

**STATUS KESUBURAN TANAH PADA BERBAGAI TUTUPAN
LAHAN DI KEBUN PERCOBAAN KARANGPLOSO,
MALANG**

**Oleh
LONGGOMITA SABRINA**



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2018

**STATUS KESUBURAN TANAH PADA BERBAGAI TUTUPAN
LAHAN DI KEBUN PERCOBAAN KARANGPLOSO,
MALANG**

Oleh

LONGGOMITA SABRINA

145040207111005

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN ILMU TANAH

MALANG

2018



PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi yang berjudul “Status Kesuburan Tanah Pada Berbagai Tutupan Lahan di Kebun Percobaan Karangploso, Malang” merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Malang, 10 Juli 2018

Longgomita Sabrina
NIM. 145040207111005

الحمد لله

Untuk kedua orangtuaku,
yang selalu menjadi alasan untuk terus berjuang
Untuk kedua kakek-nenek,
yang tak pernah berhenti memanjatkan doa dan harapan kepada-Nya
Untuk Inasah dan Nadhilah,
yang senantiasa memberikan cinta dan kasihnya tanpa henti

RINGKASAN

LONGGOMITA SABRINA. 145040207111005. Status Kesuburan Tanah Pada Berbagai Tutupan Lahan di Kebun Percobaan Karangploso, Malang. Dibawah bimbingan Prof.Dr.Ir. Soemarno, MS. sebagai Pembimbing Utama dan Ir. Budi Santoso sebagai Pembimbing Pendamping.

Faktor pembentuk tanah seperti iklim, bahan induk, topografi, organisme, dan waktu menyebabkan perbedaan karakteristik tanah, baik karakteristik fisik, kimia, maupun biologi. Perbedaan karakteristik tanah pada lingkungan yang berbeda pun akan berpengaruh terhadap kesuburan tanah. Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (BALITTAS) merupakan instansi yang berfokus pada 3 jenis komoditas, yaitu tebu sebagai pemanis, tembakau sebagai bahan baku rokok serta serat buah berupa kapas dan kapuk. Penilaian status kesuburan pada berbagai tutupan lahan di Kebun Percobaan BALITTAS dilaksanakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi parameter yang menjadi kendala status kesuburan, mengetahui sebaran status kesuburan serta upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki status kesuburan yang ditemukan.

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Karangploso Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Karangploso, Kabupaten Malang selama lima bulan mulai Desember 2017 – April 2018. Penentuan titik pengamatan dan pengambilan contoh tanah dilakukan berdasarkan SPL yang mengacu pada kriteria tutupan lahan. Contoh tanah selanjutnya dianalisis di laboratorium untuk diketahui kandungan KTK, KB, C-organik, P_{total} , dan K_{total} . Sebaran status kesuburan tanah diketahui melalui klasifikasi hasil analisa laboratorium dengan kriteria penilaian status kesuburan yang selanjutnya diolah menjadi peta sebaran status kesuburan tanah dengan memasukkan hasil klasifikasi penilaian ke dalam *attribute* masing-masing SPL menggunakan *software* ArcGIS 10.1.

Status kesuburan tanah di Kebun Percobaan Karangploso menunjukkan hasil bahwa pada SPL 1 dan 4 termasuk rendah sedangkan pada SPL 2, 3, dan 5 termasuk sedang. Nilai C-Organik tertinggi terdapat pada tutupan lahan pohon jati putih dan yang terendah terdapat pada tutupan lahan tebu. Nilai KTK tertinggi terdapat pada tutupan lahan pohon jati putih dan yang terendah terdapat pada tutupan lahan rami. Nilai KB tertinggi terdapat pada tutupan lahan rami dan yang terendah terdapat pada tutupan lahan agave. Nilai P_{total} tertinggi terdapat pada tutupan lahan tebu dan yang terendah terdapat pada tutupan lahan agave. Nilai K_{total} tertinggi terdapat pada tutupan lahan pohon jati putih dan yang terendah terdapat pada tutupan lahan padi.

Berdasarkan hasil tersebut diketahui upaya pengelolaan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kandungan C-Organik sebagai salah satu parameter yang menjadi kendala adalah dengan melakukan pengapuran pada setiap penggunaan lahan terutama dengan menggunakan kapur dolomit [$CaMg(CO_3)_2$] serta pemberian kompos yang dapat berasal dari jerami padi.

SUMMARY

LONGGOMITA SABRINA. 145040207111005. Soil Fertility Status on Various Land Cover in Researchal Garden Karangploso, Malang. Under the Guidance of Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS as Supervisor Ir. Budi Santoso, MP as Supervising Counselor

Soil forming factors such as climate, parent material, topography, organism, and time cause differences in soil characteristics, both physical, chemical and biological characteristics. Differences in soil characteristics in different environments will also affect soil fertility. Sweeteners and Fiber Crops Research Institute (BALITTAS) is an institute that focuses on 3 types of commodities, namely sugar cane as sweetener, tobacco as a raw material for cigarettes and fruit fibers in the form of cotton and kapok tree. Assessment of fertility status on various land cover in BALITTAS Researchal Garden was conducted with the aim of identifying parameters that constrain fertility status, knowing the distribution of fertility status and the efforts that can be done to improve the found fertility status.

The study was conducted at Karangploso Researchal Garden for Sweeteners and Fiber Crops Research Institute, Karangploso, Malang Regency for five months from December 2017 - April 2018. Determination of observation points and soil sampling is done based on Land Map Unit which refers to land cover criteria. Soil samples are then analyzed in the laboratory to find out the content of CEC, base saturation, organic C, total P, and total K. Distribution of soil fertility status is known by classification of laboratory analysis result with criteria of fertility status assessment which then processed into map of distribution of soil fertility status by insert the classification result into Land Map Unit attribute using ArcGIS software 10.1.

Soil fertility status in Karangploso Researchal Garden showed that at Land Map Unit 1 and 4 were low while in Land Map Unit 2, 3, and 5 were moderate. The highest C-Organic value is found in the white teak tree land cover and the lowest is in sugarcane land cover. The highest CEC value is in the white teak tree land cover and the lowest is in hemp land cover. The highest saturation value of bases is found in hemp land cover and the lowest is in agave land cover. The highest total P value was found in sugarcane land cover and the lowest was in agave land cover. The highest total K value was found in the white teak tree land cover and the lowest was in paddy land cover.

Based on the results, it can be seen that the management effort that can be done to increase the C-Organic content as one of the parameters that become the constraint is to make liming on every land use especially by using dolomite lime $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$ and composting which can come from thatch.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya serta kemudahan dan kelancaran sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi berjudul “Status Kesuburan Tanah Pada Berbagai Tutupan Lahan di Kebun Percobaan Karangploso, Malang”.

Pada kesempatan ini, dengan penuh rasa hormat serta kerendahan hati penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS selaku Dosen Pembimbing Utama yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingannya kepada penulis,
2. Ir. Budi Santoso, MP selaku Dosen Pembimbing Kedua yang bersedia memberikan dukungan dan bimbingan kepada penulis,
3. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya,
4. Kepala Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Kabupaten Malang, atas kesempatan serta dukungan sarana dan prasarana yang diberikan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian ini,
5. Teman seperjuangan Balittas, Nailufar, Norma dan Haniif yang senantiasa saling membantu dan mendukung hingga penulisan skripsi selesai.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penulis butuhkan. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi masyarakat, lingkungan, dan teman-teman mahasiswa serta dapat memberikan sumbangan pemikiran bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, 10 Juli 2018

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Proses penyelesaian skripsi ini tentunya tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak baik secara moral maupun material, oleh karena itu pada kesempatan ini perkenankan penulis secara khusus menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orangtua, papa dan mama; kedua kakek nenek, opung godang dan opung menek serta nini; yang tidak pernah berhenti mengirimkan doa terbaiknya untuk penulis, memberikan semangat dan dukungan baik moral maupun material, dan selalu menjadi alasan bagi penulis untuk berjuang sekuat mungkin.
2. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU , Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS , Ir. Budi Santoso, MP , dan Dr. Ir. Soedarto, MS selaku Ketua Majelis Penguji dan Penguji, yang telah memberikan arahan dan bimbingannya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Inasah Amalina P. dan Nadhilah Khairina P. , kakak serta adik tercinta yang selalu ada dalam berbagai kondisi bagi penulis, yang selalu memberikan kekuatan bagi penulis untuk terus maju dan pantang menyerah. Terimakasih untuk kasih sayang yang tidak akan tergantikan oleh apapun.
4. Teman penelitian Balittas; Nay, Norma, dan Haniif yang telah memberikan bantuan dan pengertian yang luar biasa hingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-teman yang banyak membantu proses penelitian di lapangan, Mas Donny, Mas Bagus, Mas Rajif, Widura, Purwanto, Arya, Oke, Doni Br, dan Kahfi. Terimakasih bersedia panas dan hujan membantu pekerjaan di lapang, tanpa kalian skripsi ini tidak akan bisa dimulai.
6. Keluarga di perantauan Malang ini, Tika, Ufa, Pije, Ciresta, Candra, Adinda, Astari dan Oktary yang menjadi supporter utama dalam kehidupan penulis sejak pertama menjadi mahasiswa hingga saat ini. Terimakasih untuk segala dukungan dan pengertiannya yang tidak akan penulis dapatkan di tempat lain.

7. Sahabat sejak TK, Ica, Sekar, Ayu, Fira, Yulia dan Sari, yang walaupun terpisah jarak sangat jauh namun tetap selalu mengirimkan doa dan dukungan tanpa henti kepada penulis.
8. Keluarga Departemen 3, Bapak (Dani), Elfa, Rubikun, Ajiz, Maria, Desy, Oke, dan Danial yang telah mengajarkan dan berbagi banyak hal kepada penulis, yang tidak pernah absen menghibur dengan kelakuan ajaibnya.
9. Nay, Mba Chyn, Rindy, dan Elfa yang telah banyak membantu hidup penulis khususnya di jurusan tanah ini. Terimakasih atas waktu yang telah diluangkan untuk berdiskusi dan mengajarkan banyak hal.
10. Teman-teman asisten STELA 2017 dan GALIFU 2018, terimakasih banyak atas pelajaran dan pengalamannya yang luar biasa. Tanpa kalian penulis tidak akan bisa menjalani tanggung jawab ini dengan baik.
11. Seluruh teman-teman Soiler 2014 yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah saling membantu dan menjaga sejak awal masuk di jurusan ini.

Semoga Allah S.W.T. senantiasa membalas segala kebaikan yang telah diberikan dan semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan mahasiswa khususnya.

Malang, 10 Juli 2018

Longgomita Sabrina

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Longgomita Sabrina dilahirkan di Jakarta pada tanggal 28 Februari 1996. Penulis merupakan putri kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Chandra Sakti Pulungan dan Ibu Aty Travianti. Penulis menghabiskan masa pendidikannya mulai Taman Kanak-kanak hingga Sekolah Menengah Atas di Provinsi DKI Jakarta. Penulis memulai pendidikan formal di TK Islam AL-Azhar 5 Kemandoran (2000-2002), selanjutnya menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SD Islam Al-Azhar 5 Kemandoran (2002-2008), kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang Sekolah Menengah Pertama di SMP Islam Al-Azhar 4 Kemandoran (2008-2011), dan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 112 Jakarta (2011-2014). Setelah lulus dari pendidikan Sekolah Menengah Atas, penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi dan terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya tahun 2014 melalui jalur SPMK.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan akademik, organisasi, dan kepanitiaan di Universitas Brawijaya. Penulis pernah aktif menjadi asisten praktikum mata kuliah Survei Tanah dan Evaluasi Lahan tahun 2017 dan Sistem Informasi Sumberdaya Lahan tahun 2018. Penulis juga turut andil dalam kegiatan organisasi yaitu menjadi anggota divisi minat dan bakat Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HMIT) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada tahun 2017. Selain itu, penulis juga mengikuti kepanitiaan yang diselenggarakan di Universitas Brawijaya seperti menjadi anggota divisi PIT dalam kegiatan Olimpiade Brawijaya pada tahun 2015 dan 2016. Kemudian pada tahun 2016 penulis pernah berkontribusi dalam kegiatan Pasca Gatraksi sebagai anggota divisi acara. Selanjutnya pada tahun 2017 penulis aktif menjadi anggota divisi acara dalam kegiatan Soil Launch Anniversary of HMIT (SLASH) dan pada tahun 2017 menjadi anggota divisi pendamping dalam kegiatan Galang Mitra dan Kenal Profesi (GATRAKSI).

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	11
I. PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1. Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2. Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.3. Tujuan	Error! Bookmark not defined.
1.4. Manfaat	Error! Bookmark not defined.
1.5. Hipotesis	Error! Bookmark not defined.
1.6. Alur Pikir	Error! Bookmark not defined.
II. TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1. Kesuburan Tanah	Error! Bookmark not defined.
2.2. Uji Tanah	Error! Bookmark not defined.
2.3. Sistem Informasi Geografis (SIG)	Error! Bookmark not defined.
III. METODE PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2. Alat dan Bahan.....	Error! Bookmark not defined.
3.3. Pelaksanaan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.4. Tahapan Pelaksanaan	Error! Bookmark not defined.
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1. Kondisi Umum Wilayah	Error! Bookmark not defined.
4.2. Hasil	Error! Bookmark not defined.
4.3. Pembahasan.....	Error! Bookmark not defined.
V. KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
5.1. Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2. Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.

LAMPIRAN.....Error! Bookmark not defined.



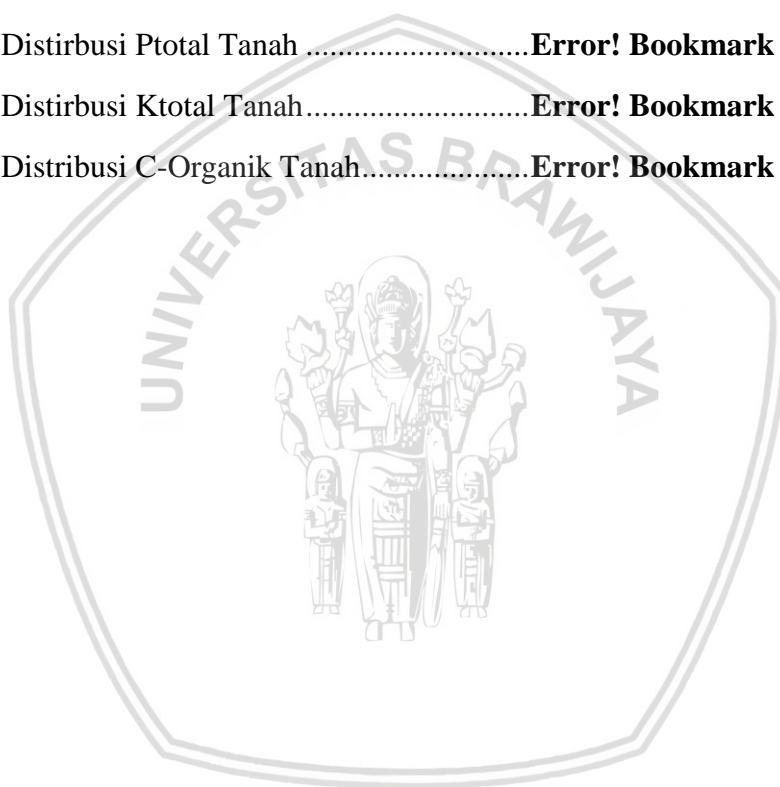
DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Parameter Pengamatan dan Metode Analisis.....	Error! Bookmark not defined.
2.	Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah.....	Error! Bookmark not defined.
3.	Kriteria Penilaian Status Kesuburan	Error! Bookmark not defined.
4.	Hasil Penilaian Sifat Kimia Tanah di Kebun Percobaan Karangploso	Error! Bookmark not defined.



DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Alur Pikir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
2.	Peta Geologi BALITTAS, Karangploso ..	Error! Bookmark not defined.
3.	Peta Tutupan Lahan BALITTAS, Karangploso.....	Error! Bookmark not defined.
4.	Distribusi KTK Tanah.....	Error! Bookmark not defined.
5.	Distribusi KB Tanah	Error! Bookmark not defined.
6.	Distirbusi Ptotal Tanah	Error! Bookmark not defined.
7.	Distirbusi Ktotal Tanah.....	Error! Bookmark not defined.
8.	Distribusi C-Organik Tanah.....	Error! Bookmark not defined.



DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Hasil Deskripsi Profil Tanah 1	Error! Bookmark not defined.
2.	Hasil Deskripsi Profil Tanah 2	Error! Bookmark not defined.
3.	Hasil Deskripsi Minipit 1	Error! Bookmark not defined.
4.	Hasil Deskripsi Minipit 2	Error! Bookmark not defined.
5.	Hasil Deskripsi Minipit 3	Error! Bookmark not defined.
6.	Peta SPL Lokasi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
7.	Peta Tutupan Lahan BALITTAS	Error! Bookmark not defined.
8.	Peta Lereng BALITTAS	Error! Bookmark not defined.
9.	Sebaran KTK Tanah di BALITTAS	Error! Bookmark not defined.
10.	Sebaran KB di BALITTAS	Error! Bookmark not defined.
11.	Sebaran Ptotal di BALITTAS	Error! Bookmark not defined.
12.	Sebaran Ktotal di BALITTAS	Error! Bookmark not defined.
13.	Sebaran C-Organik di BALITTAS	Error! Bookmark not defined.
14.	Dokumentasi	Error! Bookmark not defined.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Keberhasilan pertumbuhan dan produksi suatu tanaman tidak terlepas dari kondisi tanah sebagai media tumbuh tanaman, penyedia air serta unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam mendukung kebutuhan pertumbuhannya. Berbagai faktor pembentuk tanah seperti iklim, bahan induk, topografi, organisme, dan waktu menyebabkan karakteristik yang dimiliki tanah pun berbeda-beda, baik karakteristik fisik, kimia, maupun biologi. Perbedaan karakteristik tanah pada lingkungan yang berbeda pula akan berpengaruh terhadap kesuburan tanah tersebut. Kesuburan tanah adalah mutu tanah untuk bercocok tanam, yang ditentukan oleh interaksi sejumlah sifat fisika, kimia, dan biologi bagian tubuh tanah yang menjadi habitat akar-akar aktif tanaman (Notohadiprawiro *et al.*, 2006). Definisi lain kesuburan tanah menurut Anna *et al.*, 1985 (dalam Yamani, 2010) adalah potensi tanah untuk menyediakan unsur hara tersedia dalam jumlah yang cukup dan seimbang untuk menjamin pertumbuhan tanaman yang maksimum. Hardjowigeno, S. (2007) menambahkan bahwa akar tanaman menyerap unsur hara dalam bentuk nutrisi sebagai proses untuk memperoleh zat-zat berupa air dan mineral yang diperlukan untuk kelangsungan hidup tanaman, atau biasa disebut nutrisi.

Kebutuhan akan unsur hara tersebut ditentukan oleh kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman dan tidak setiap saat dapat terpenuhi. Tingkat intensifikasi penggunaan lahan tanpa diikuti pergiliran tanaman dapat berdampak terhadap menurunnya kandungan unsur hara esensial dari dalam tanah pada saat panen serta kesuburan tanah yang menurun secara terus menerus. Keragaman karakteristik tanah yang ada menjadikan informasi yang lebih objektif terkait kesuburan tanah diperlukan untuk arahan pengelolaan tanah selanjutnya.

Kebun percobaan Karangploso merupakan salah satu kebun percobaan yang dikelola Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (BALITTAS) dengan luas 17,9 ha. Komoditas yang dikembangkan oleh instansi ini mengacu pada tiga jenis komoditas yaitu pemanis berupa tebu yang berperan sebagai penghasil gula utama nasional, tembakau sebagai bahan baku rokok, serta serat buah berupa kapas dan kapuk yang dikembangkan sebagai upaya memenuhi kebutuhan

industri nasional. Salah satu misi BALITTAS adalah menghasilkan dan merakit teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas, mutu dan daya saing tanaman pemanis, serat, tembakau, dan minyak industri serta memiliki visi menjadi institusi andal berkelas dunia sebagai penyedia inovasi teknologi tepat guna tanaman pemanis, serat, tembakau, dan minyak industri. Sebagai upaya dalam rangka mencapai visi misinya maka upaya penilaian status kesuburan tanah pada berbagai lahan di kebun percobaan Karangploso perlu dilakukan.

Umur dan jenis vegetasi mempengaruhi sifat-sifat tanah karena jenis vegetasi yang berbeda akan memiliki kemampuan yang berbeda dalam hal menahan tanah dari pengaruh erosi yang dapat mengakibatkan pencucian hara (Yasin *et al.*, 2006). Hal ini disebabkan oleh perbedaan luasan kanopi tanaman yang menutupi tanah. Selain itu vegetasi penutup tanah juga dapat melindungi tanah dari resiko kerusakan bahaya erosi serta memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah melalui dekomposisi dari vegetasi itu sendiri yang bertujuan mempertahankan siklus hara di dalam tanah (Rusman, 1999 *dalam* Yasin *et al.* 2006).

Penilaian status kesuburan tanah penting dilakukan untuk membuat tindakan perencanaan tentang budidaya komoditas kedepannya. Hal yang dapat memudahkan informasi terkait status kesuburan tanah adalah dengan melakukan analisis laboratorium dan dilanjutkan dengan pemetaan. Pemetaan dilakukan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang merupakan suatu sistem yang mengatur *hardware*, *software*, dan data serta dapat melakukan kegiatan menyimpan, mengolah, maupun menganalisis secara spasial sehingga diperoleh informasi yang berkaitan dengan aspek keruangan (Sandi dan Assyakur, 2012 *dalam* Setiawan 2016). Kemampuan sistem informasi geografis yang berbeda dengan sistem informasi lainnya menjadikan SIG bermanfaat untuk berbagai kalangan yang biasanya digunakan untuk menjelaskan kejadian serta merencanakan strategi. Hal ini berkaitan dengan kemampuan SIG dalam hal memetakan letak, kuantitas, kerapatan (*densities*), serta memetakan perubahan dan hal-hal yang terdapat di dalam dan luar suatu area. Melalui penggabungan informasi hasil analisis laboratorium dan pemetaan melalui SIG maka diharapkan informasi terkait status kesuburan tanah pada tutupan lahan yang berbeda dapat

diketahui dan ditindaklanjuti dalam upaya peningkatan pengelolaan kebun percobaan Karangploso.

1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah parameter yang menjadi kendala kesuburan tanah di kebun percobaan Karangploso pada tutupan lahan yang berbeda?
2. Bagaimana status kesuburan tanah di kebun percobaan Karangploso pada tutupan lahan yang berbeda?
3. Bagaimana upaya pengelolaan yang diperlukan dalam meningkatkan status kesuburan tanah di kebun percobaan Karangploso?

1.3. Tujuan

1. Mengidentifikasi parameter yang menjadi kendala kesuburan tanah di kebun percobaan Karangploso.
2. Mengetahui sebaran status kesuburan tanah di kebun percobaan Karangploso pada tutupan lahan yang berbeda.
3. Mempelajari upaya pengelolaan yang perlu dilakukan dalam usaha memperbaiki atau meningkatkan status kesuburan tanah yang terdapat di kebun percobaan Karangploso.

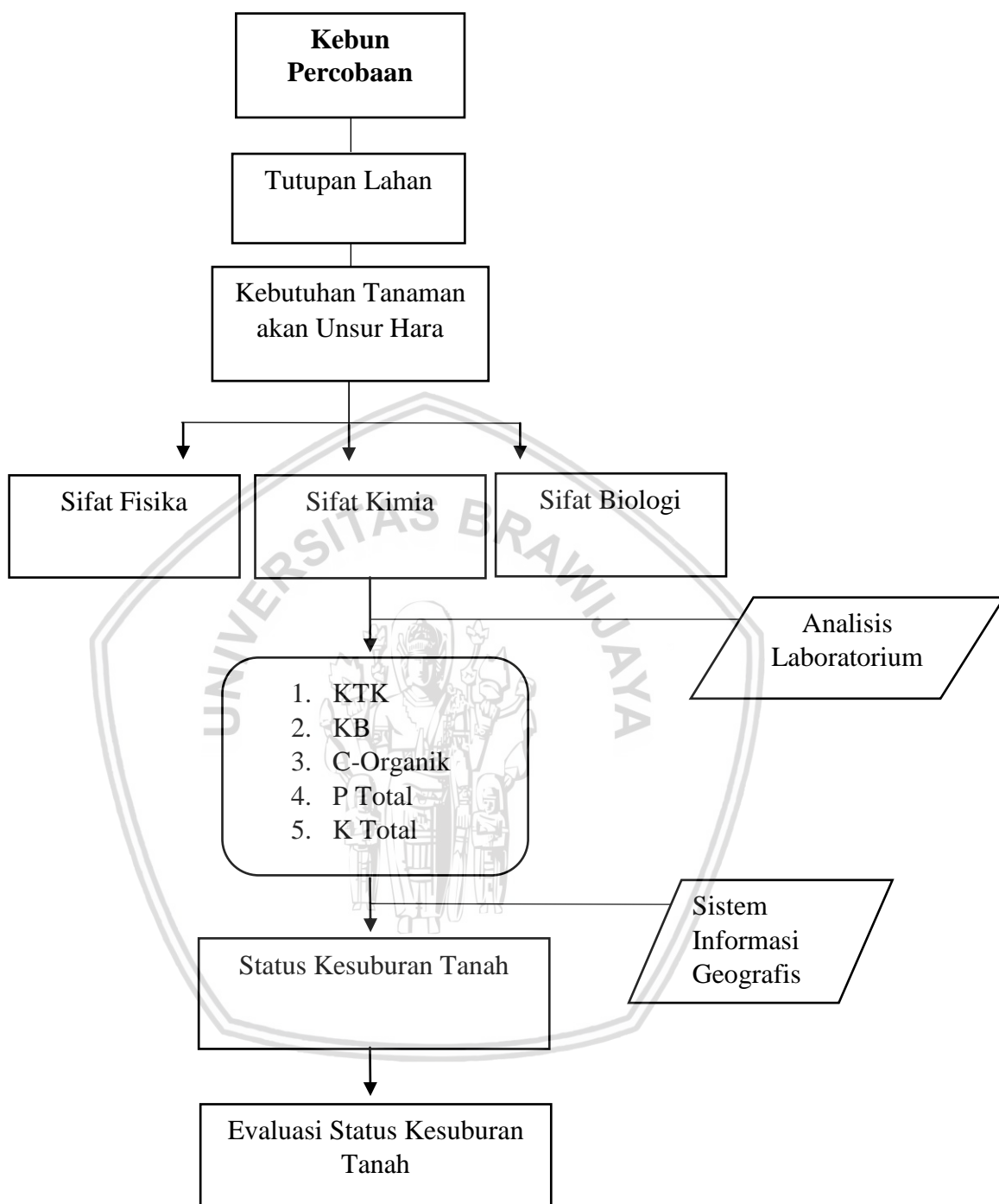
1.4. Manfaat

Melalui hasil penelitian sebaran status kesuburan tanah, diharapkan dapat memberikan informasi estimasi status kesuburan tanah berdasarkan KTK, Kejenuhan Basa, C- organik, P total tanah, dan K total tanah di tutupan lahan yang berbeda sebagai upaya peningkatan kesuburan dan produktivitas tanaman di Kebun Percobaan Karangploso. Hasil penelitian berupa peta digital dapat memudahkan dalam pemahaman data serta pengambilan keputusan.

1.5. Hipotesis

1. Karakteristik yang diduga menjadi kendala status kesuburan tanah di kebun percobaan Karangploso adalah C-Organik.
2. Tutupan lahan diduga akan mempengaruhi status kesuburan tanah di kebun percobaan Karangploso.

1.6. Alur Pikir



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

I. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kesuburan Tanah

Kesuburan tanah adalah kemampuan suatu tanah untuk menyediakan unsur hara, pada takaran dan keseimbangan tertentu secara berkesinambungan untuk menunjang pertumbuhan suatu jenis tanaman pada lingkungan dengan faktor pertumbuhan lainnya dalam keadaan menguntungkan (Poerwowidodo, 1992 dalam Husni *et al.*, 2016). Terkait kemampuan tanah, Sutedjo, 2002 (dalam Husni *et al.*, 2016) menambahkan bahwa tanah yang subur memiliki ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup bagi tanaman dan tidak terdapat faktor pembatas dalam tanah untuk pertumbuhan tanaman.

Definisi lain mengenai kesuburan tanah dinyatakan oleh Notohadiprawiro *et al.* (1984) bahwa kesuburan tanah adalah sejumlah sifat fisika, kimia dan biologi bagian tubuh tanah yang menjadi habitat akar aktif tanaman yang menjadi penentu mutu tanah untuk bercocok tanam. Hal ini berkaitan dengan keberadaan akar yang berfungsi menyerap air dan larutan hara serta sebagai penjangkar atau penguat tanaman. Kesuburan habitat akar dapat bersifat mutlak dari bagian tubuh tanah yang bersangkutan atau dipengaruhi oleh keadaan bagian lain tubuh tanah ataupun keadaan lain dari lahan, seperti bentuk muka lahan, iklim dan musim. Pengertian kesuburan tanah selanjutnya dibedakan menjadi dua, yaitu kesuburan tanah aktual dan potensial. Kesuburan tanah aktual adalah kesuburan tanah yang terjadi secara alamiah atau dapat dikatakan merupakan wujud asli dari bentukan alam, sedangkan kesuburan tanah potensial adalah kesuburan tanah maksimum yang dapat dicapai dengan dukungan teknologi untuk mengoptimalkan semua faktor kesuburan.

Effendi, 1995 (dalam Soekamto, 2015) menyatakan pendapat lain bahwa kesuburan tanah adalah kondisi ketika kebutuhan tanaman secara fisik, kimia, dan biologi dapat tersedia oleh keadaan tata air, udara dan unsur hara tanah dalam keadaan yang cukup seimbang dan tersedia untuk kebutuhan tanaman. Kondisi fisika tanah dapat berupa kedalaman efektif, tekstur, struktur, kelembaban dan tata udara tanah. Keadaan kimia tanah meliputi reaksi tanah (pH tanah), KTK, KB, bahan organik, banyaknya unsur hara, cadangan unsur hara dan ketersediaan terhadap pertumbuhan tanaman. Kondisi biologi tanah antara lain meliputi

aktivitas mikrobial perombak bahan organik dalam proses humifikasi dan pengikatan nitrogen udara.

Tanah berfungsi menjadi media alami untuk pertumbuhan tanaman, berdampak langsung pada pertumbuhan dan hasil tanaman yang tumbuh di atasnya. Pengukuran kesuburan tanah-tanah pertanian biasanya membahas tentang potensi produktifnya. Pada dasarnya, produsen tanaman dapat mengontrol kesuburan tanah dengan mengelola status hara tanaman (Flynn *et al.*, 2004). Status hara adalah faktor yang tak terlihat dalam pertumbuhan tanaman, kecuali ketika ketidakseimbangan menjadi begitu parah sehingga gejala visual muncul pada tanaman (Flynn *et al.*, 2004). Pengurangan hasil panen tanaman telah menarik perhatian para pemangku kepentingan di sektor pertanian untuk dapat mengelolanya. Oleh karena itu, tantangan terbesar dalam pengelolaan lahan pertanian adalah meningkatkan produksi dan produktivitas tanaman serta keberlanjutan usaha pertanian secara keseluruhan (FAO Handbook, 2004). Ada masalah yang memaksakan tujuan atau sasaran ketahanan pangan. Hal ini mencakup penurunan kesuburan tanah, peningkatan biaya produksi, dan keragaman sistem produksi yang rendah (Arifalo dan Mafimisebi, 2011).

Kebutuhan untuk meningkatkan produktivitas tanaman sekarang semakin mendesak karena meningkatnya laju pertumbuhan penduduk di seluruh dunia dan akibatnya tekanan terhadap sumberdaya lahan dari waktu ke waktu telah mengakibatkan konversi lahan pertanian menjadi non-pertanian. Terjadinya penurunan rasio lahan-manusia secara drastis mengurangi ukuran rata-rata lahan pertanian dan mengarah pada penipisan kesuburan tanah melalui penanaman intensif (Ruthenberg, 1980; Adesimi, 1988). Kesuburan tanah-tanah pertanian yang rendah adalah kendala utama dalam mencapai sasaran produktivitas yang tinggi. Pengisian hara tanah melalui pupuk-anorganik dan pupuk organik dalam sistem pertanian tadah hujan dan irigasi masih jauh di bawah serapan tanaman sehingga menyebabkan penambangan cadangan hara tanah selama bertahun-tahun.

Pengurangan hara tanah berimplikasi serius dalam hal-hal:

1. Defisiensi hara makro dan mikro yang tersebar luas; Kekurangan N, P, K, Cu, Zn, B, Ca dan S semakin banyak terjadi (Julio dan Carlos, 1999).
2. Penurunan efisiensi penggunaan hara-pupuk dan pengembalian modal yang dibelanjakan untuk pupuk dan input lainnya (Sanchez *et al.*, 1997).
3. Landasan yang lemah untuk pertanian berkelanjutan dengan hasil yang tinggi (Agboola dan Ayodele, 1987).
4. Meningkatnya biaya perbaikan untuk membangun kembali tanah yang telah menjadi kritis (Arifalo dan Mafimisebi, 2011).

Perkiraan spesifik lokasi dari status kesuburan tanah menjadi sangat penting untuk penggunaan pupuk yang rasional. Informasi spesifik lokasi yang dapat diandalkan hanya dapat dicapai melalui program evaluasi kesuburan tanah yang teratur.

Evaluasi kesuburan tanah merupakan proses memperkirakan jumlah unsur hara asli-tanah dan sisa (residu pupuk) yang tersedia bagi tanaman di tanah tertentu dan jumlah pupuk yang perlu ditambahkan untuk produksi tanaman yang menguntungkan (Sanchez *et al.*, 1997). Berdasarkan hal tersebut, evaluasi kesuburan tanah merupakan alat-bantu untuk:

1. Menentukan kebutuhan pupuk tanaman dan tanah tertentu;
2. Menentukan rekomendasi pupuk yang dapat diandalkan dan ekonomis, yaitu memastikan bahwa jenis dan jumlah pupuk yang tepat;
3. Menganalisis pemborosan hara pupuk; dan
4. Meminimalkan pencemaran tanah dan air akibat penambahan pupuk kimia dalam jumlah yang berlebihan.

Evaluasi kesuburan tanah merupakan alat-bantu yang kuat untuk mendukung produktivitas tanaman dengan cara merasionalisasi penggunaan hara, namun dampak negatifnya seringkali tidak terlihat. Upaya untuk menjadikannya layanan yang efektif dan berorientasi pada petani, sangat penting untuk

memperluas arena evaluasi kesuburan tanah di luar hara NPK, dan pH tanah serta mengembangkan rekomendasi pupuk untuk target hasil yang tinggi, yang melibatkan semua hara yang kurang dan eksploitasi interaksi positif hara tanaman.

Ada tiga alat dasar untuk mengevaluasi kesuburan tanah yang lazim dipraktekkan, yaitu: (1) Gejala visual defisiensi hara, (2) Analisis jaringan tanaman; dan (3) Uji tanah (*soil testing*) (Kidder, 1993; Reuter dan Robinson, 1997). Kesuburan tanah yang rendah juga berkontribusi terhadap defisiensi mineral-nutrisi makanan yang serius, seperti defisiensi Fe dan Zn terhadap populasi manusia (Cakmak *et al.*, 1996). Selain itu, masih sedikit kajian yang telah dilakukan untuk menyelidiki hubungan antara kandungan hara tanah dengan kualitas hasil tanaman. Ada kemungkinan bahwa kualitas makanan berubah karena penurunan status gizi yang disebabkan oleh budidaya tanaman berkepanjangan dengan sedikit atau tidak ada pemupukan yang memadai. Pengelolaan kesuburan tanah yang tepat membutuhkan informasi tanah yang dapat diandalkan dalam hal karakteristik pedologinya. Beberapa hasil inventarisasi sumberdaya tanah ternyata dalam skala mikro dengan tingkat generalisasi yang tinggi, yang membatasi penggunaannya dalam manajemen kesuburan tanah dalam sistem pertanian skala besar.

Penurunan kesuburan tanah karena budidaya tanaman jangka panjang dengan sedikit atau tanpa penambahan pupuk adalah bentuk utama degradasi lahan di sebagian besar lahan-lahan pertanian di dunia. Tingkat penipisan hara makro secara tahunan diperkirakan mencapai 22 kg N ha⁻¹, 2,5 kg P ha⁻¹ dan 15 kg K ha⁻¹ selama 30 tahun pada kondisi pemupukan yang tidak memadai (Sanchez *et al.*, 2002). Bukti penurunan kesuburan tanah juga telah dilaporkan di berbagai wilayah pertanian (Mwamfupe, 1998). Selain itu, kekurangan tembaga dan seng di tanah-tanah pertanian juga telah didokumentasikan oleh para peneliti (Kamasho, 1980).

Tanah adalah tubuh-alami yang dinamis dan bertindak sebagai media untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Brady dan Weil, 2002). Kesuburan tanah merupakan faktor yang memainkan peran penting untuk membuat tanah hidup. Di antara berbagai tantangan dalam sistem tanah, perbaikan kesuburan tanah menjadi perhatian utama dari hari ke hari. Evaluasi kesuburan

tanah telah menjadi pekerjaan rutin untuk pengelolaan tanah dan produksi tanaman yang berkelanjutan. Ada berbagai teknik untuk evaluasi kesuburan tanah, di antaranya pengujian tanah, yang telah menjadi alat-bantu dalam manajemen kesuburan tanah untuk produktivitas tanah berkelanjutan (Havlin *et al.*, 2010). Analisis tanah sangat membantu untuk memahami kualitas tanah untuk meningkatkan produksi tanaman dan memperoleh hasil yang berkelanjutan. Parameter fisika tanah, seperti tekstur, struktur, warna, dll., parameter kimia seperti reaksi tanah (pH), KTK, BOT, hara makro dan mikronutrien, merupakan komponen kunci kesuburan tanah. Penentuan sifat-sifat ini merupakan prasyarat untuk menilai status kesuburan tanah dan ditentukan setelah pengujian di laboratorium. Variasi spasial di suatu bidang lahan menjadi tantangan besar untuk menilai kesuburan tanah suatu daerah. Penggambaran variabilitas spasial kesuburan tanah di suatu kawasan telah dipermudah oleh teknologi baru seperti *Global Positioning Systems* (GPS) dan Sistem Informasi Geografis (SIG) (Khadka *et al.*, 2016, 2017, 2018). SIG adalah seperangkat alat yang kuat untuk mengumpulkan, menyimpan, mengambil, mengubah dan menampilkan data spasial (Burrough dan McDonnell, 1998).

2.2. Uji Tanah

Uji tanah dapat dianggap sebagai suatu kegiatan analisis yang dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan hasil pengujian atau validasi yang lebih akurat. Definisi secara umum diapaparkan oleh Westerman, 1990 (*dalam* Al-Jabri, 2007) bahwa uji tanah adalah pengukuran sifat kimia atau fisik tanah, sedangkan definisi uji tanah secara terbatas adalah analisis kimia secara cepat untuk menilai status ketersediaan hara, salinitas, dan keracunan unsur dari tanah. Program uji tanah dapat dikatakan meliputi kegiatan interpretasi, evaluasi, serta rekomendasi pemupukan dan perubahannya berdasarkan analisis kimia. Sehubungan dengan kajian status kesuburan tanah pada penelitian ini, Pusat Penelitian Tanah (PPT, 1995) mengemukakan bahwa untuk menetapkan status kesuburan tanah maka diperlukan parameter-parameter sifat kimia tanah seperti KTK, KB, C- organik, P total tanah, dan K total tanah.

Uji tanah dapat merujuk pada satu atau lebih analisis tanah yang dilakukan untuk menjawab masalah yang dihadapi. Uji tanah paling banyak dilakukan untuk

memperkirakan konsentrasi hara-tanah yang tersedia bagi tanaman, untuk menentukan rekomendasi pupuk di lahan pertanian. Uji tanah lainnya dapat dilakukan untuk penelitian teknik (geoteknik), geokimia atau ekologi. Uji tanah dalam bidang pertanian umumnya mengacu pada analisis sampel tanah untuk menentukan kandungan hara, komposisi, dan karakteristik lainnya, seperti tingkat keasaman atau pH. Uji tanah dapat menentukan kesuburan atau potensi pertumbuhan yang diharapkan dari tanah yang menunjukkan kekurangan hara, potensi toksisitas akibat kesuburan berlebihan dan penghambatan akibat keberadaan hara mikro yang tidak penting. Uji tanah ini digunakan untuk meniru fungsi akar dalam menyerap hara.

Laboratorium kesuburan tanah biasanya merekomendasikan bahwa uji tanah terdiri atas 10-20 titik sampel untuk setiap 40 hektar (160.000 m²) lahan. Air-keran atau bahan kimia dapat mengubah komposisi tanah, dan mungkin perlu diuji secara terpisah. Hara tanah yang bervariasi seiring dengan kedalaman dan komponen tanah berubah dengan waktu, maka kedalaman dan waktu sampel juga dapat mempengaruhi hasil uji tanah. Pengambilan sampel tanah komposit dapat dilakukan dengan menggabungkan contoh tanah dari beberapa lokasi sebelum dilakukan analisis.

Pengujian tanah seringkali dilakukan oleh laboratorium komersial yang menawarkan berbagai uji-tanah, khususnya kelompok hara. Keuntungan yang terkait dengan laboratorium lokal adalah bahwa mereka lebih memahami karakteristik tanah di daerah tempat sampel diambil. Hal ini memungkinkan teknisi untuk merekomendasikan uji yang paling mungkin untuk memberikan informasi yang berguna. Uji laboratorium sering dilakukan untuk mengetahui hara tanaman dalam tiga kategori, yaitu (1) hara makro primer: nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), (2) hara makro sekunder: sulfur, kalsium, magnesium; (3) hara mikro: besi, mangan, tembaga, seng, boron, molibdenum, klorin. Jumlah P-tanah yang tersedia paling sering diukur dengan metode ekstraksi kimia, dan masing-masing daerah memiliki metode standar yang berbeda-beda. Lebih dari 10 jenis Uji-P tanah yang berbeda telah digunakan dan hasil dari uji ini tidak secara langsung dapat dibandingkan satu sama lain (Jordan-Meille *et al.*, 2012).

Kategori hasil uji tanah biasanya berkisar dari Sangat Rendah (SR) hingga Sangat Tinggi (ST). Ketika nilai uji tanah tergolong SR dan R, maka hara harus diaplikasikan untuk memperbaiki kekurangan hara tanah. Nilai uji tanah yang termasuk dalam rentang ini dikatakan berada di bawah tingkat-kritis (CL), dan membutuhkan aplikasi pemupukan tambahan untuk mendorong tingkat uji tanah ke kisaran optimum. Nilai-nilai untuk setiap kategori sering bervariasi menurut laboratorium, dan memperhitungkan berbagai tingkat pertimbangan agronomi, ekonomi dan kualitas lingkungan.

2.2.1. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Kapasitas tukar kation (KTK) adalah ukuran kemampuan tanah untuk menahan ion bermuatan positif. KTK merupakan properti tanah yang sangat penting yang mempengaruhi stabilitas struktur tanah, ketersediaan nutrisi, pH tanah dan reaksi tanah terhadap pupuk dan amelioran lainnya (Hazleton dan Murphy, 2007). Komponen tanah mineral dan bahan organik tanah memiliki situs bermuatan negatif pada permukaannya yang menyerap dan menahan ion bermuatan positif (kation) oleh gaya elektrostatik. Muatan listrik ini sangat penting untuk pasokan nutrisi untuk tanaman karena banyak nutrisi berperan sebagai kation (misalnya magnesium, kalium dan kalsium). Secara umum, tanah dengan muatan negatif dalam jumlah besar lebih subur karena mereka mempertahankan lebih banyak kation (McKenzie *et al.*, 2004) namun tanaman produktif dan padang rumput dapat ditanam pada tanah KTK rendah.

Ion utama yang terkait dengan KTK dalam tanah adalah kation kalsium yang dapat ditukar (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), natrium (Na^{+}) dan kalium (K^{+}) (Rayment dan Higginson, 1992), umumnya kation-kation ini disebut sebagai kation basa. Menjumlahkan kation basa dapat memberikan ukuran KTK yang cukup ('KTK berdasarkan basa') namun jika tanah menjadi lebih masam maka kation-kation basa ini digantikan oleh H^{+} , Al^{3+} dan Mn^{2+} , dan metode analisis yang umum akan menghasilkan nilai KTK jauh lebih tinggi daripada apa yang terjadi di lapangan (McKenzie *et al.*, 2004). 'Keasaman tukar' perlu dimasukkan ketika menjumlahkan kation basa dan pengukuran ini disebut sebagai KTK efektif (E-KTK).

Laboratorium yang berbeda menggunakan berbagai metode untuk mengukur KTK, dan dapat menunjukkan hasil analisis yang kontras tergantung pada fraksi tanah yang diukur. Beberapa laboratorium mengukur KTK secara langsung dan laboratorium yang lain menghitung KTK berdasarkan basa-basa. Kapasitas tukar kation umumnya diukur pada fraksi halus (partikel tanah kurang dari 2 mm). KTK efektif dari tanah pada tanah berpasir biasanya secara keseluruhan tergolong “rendah”; dan jika hanya fraksi halus (liat) yang dianalisis, maka nilai KTK yang dilaporkan akan lebih tinggi dari nilai KTK aktual di lapangan.

Pengukuran KTK melibatkan pencucian sampel tanah untuk menghilangkan kelebihan garam dan menggunakan 'indeks-ion' untuk menentukan total muatan positif dalam kaitannya dengan massa contoh tanah. Kegiatan ini melibatkan penyanggaan (bufer) contoh tanah ke pH yang telah ditentukan sebelum dilakukan analisis. Metode analisis ini meliputi pra-perlakuan, untuk mengukur KTK dan kation tukar (Rengasamy dan Churchman, 1999; Rayment dan Higginson, 1992).

KTK secara konvensional dinyatakan dalam meq / 100 g (Rengasamy dan Churchman, 1999) yang secara numerik sama dengan centimoles muatan per kilogram exchanger (cmol (+) / kg). KTK tanah bervariasi sesuai dengan % kandungan liat, jenis liat, pH tanah dan jumlah bahan organik tanah. Pasir murni memiliki KTK yang sangat rendah, kurang dari 2 meq / 100 g, dan KTK dari fraksi ukuran pasir dan debu (2 μ m / 2 mm) dapat diabaikan. Penambahan liat ke tanah-tanah berpasir untuk mengelola repelensi-air ternyata mampu meningkatkan KTK *topsoil* yang besarnya tergantung pada jenis-liat dan jumlah liat yang ditambahkan. Biasanya KTK meningkat kurang dari 1 meq / 100 g.

Mineral liat kaolinitik, memiliki KTK sekitar 10 meq / 100 g. Mineral liat lainnya seperti illite dan smektit, memiliki KTK mulai dari 25 hingga 100 meq / 100 g. Bahan organik memiliki KTK yang sangat tinggi mulai dari 250 hingga 400 meq / 100 g (Moore, 1998). KTK yang lebih tinggi biasanya menunjukkan tanah-tanah yang kaya liat dan bahan organik sehingga tanah-tanah yang mempunyai KTK tinggi umumnya juga memiliki kapasitas penyimpanan air yang lebih besar daripada tanah-tanah yang mempunyai KTK rendah.

Tanah-tanah yang didominasi oleh mineral liat dengan muatan permukaan variabel biasanya sudah lanjut pelapukannya. Kesuburan tanah ini menurun dengan menurunnya pH yang dapat diinduksi oleh pemupukan nitrogen yang bersifat masam, pencucian nitrat dan dengan praktik pertanian “bersih seresah” (McKenzie *et al.*, 2004). Perubahan pH tanah juga bisa disebabkan oleh proses alami seperti penguraian bahan organik dan pelepasan kation. Semakin rendah KTK suatu tanah, semakin cepat pH tanah akan menurun seiring dengan waktu. Pengapuran tanah hingga lebih tinggi dari pH 5.0 (CaCl_2) dapat mempertahankan kation yang dapat ditukar.

Tanah dengan KTK rendah lebih mungkin untuk mengembangkan gejala kekurangan kalium (K^+), magnesium (Mg^{2+}) dan kation lainnya, sedangkan tanah-tanah dengan KTK tinggi kurang rentan terhadap pencucian kation ini. Beberapa faktor dapat membatasi pelepasan nutrisi ke tanaman. Beberapa peneliti mengemukakan ide kontroversial tentang rasio kation, mengklaim rasio ideal adalah Ca:Mg atau Ca:K. Untuk nutrisi tanaman, faktor yang lebih penting adalah terkait kecukupan jumlah neto Ca atau K di dalam tanah untuk pertumbuhan tanaman. Penambahan bahan organik dapat meningkatkan KTK suatu tanah, tetapi membutuhkan waktu yang cukup lama.

Kapasitas tukar kation (KTK) merupakan sifat kimia yang berkaitan erat dengan kesuburan tanah. Tanah-tanah yang memiliki kandungan bahan organik atau kadar liat tinggi memiliki nilai KTK yang lebih tinggi dibandingkan tanah yang memiliki kandungan bahan organik lebih rendah serta tanah dengan fraksi pasir (Hardjowigeno, 2003). Nilai KTK yang tinggi biasanya dipengaruhi oleh kadar liat karena tanah yang didominasi oleh fraksi liat memiliki kapasitas pertukaran ion dan memegang air lebih tinggi sehingga tanah yang didominasi fraksi liat memiliki stabilitas agregat yang tinggi karena adanya ikatan dalam partikel tanah (Sukisno *et al.*, 2011 dalam Widiantari *et al.*, 2015). Besarnya nilai KTK suatu tanah juga dipengaruhi oleh sifat tanah itu sendiri, seperti tekstur tanah atau jumlah liat; jenis mineral liat; dan kandungan bahan organik (Hakim *et al.*, 1986, dalam Susila 2013).

Menurut Supangat *et al.* (2013), kapasitas tukar kation tanah merupakan nilai maksimal dari besarnya kemampuan tanah menyerap kation-kation, baik

basa maupun asam yang dinyatakan dalam mili ekuivalen (me) per 100 gram tanah. Informasi terkait nilai KTK tanah sangat penting untuk diketahui terkait dengan rekomendasi pemupukan yang akan dilakukan karena KTK menggambarkan besarnya kemampuan tanah yang dikaji dalam menahan pupuk yang diberikan. Nilai KTK tanah juga mempengaruhi ketersediaan hara bagi tanaman. Tanah yang memiliki kandungan KTK tinggi akan membutuhkan pemupukan kation tertentu dalam jumlah besar agar dapat tersedia untuk tanaman. Namun bila diberikan dalam jumlah sedikit maka akan kurang tersedia bagi tanaman karena lebih banyak yang diserap oleh tanah. Pemupukan kation tertentu pada tanah yang memiliki kondisi KTK rendah tidak boleh diberikan dalam jumlah besar karena akan mudah tercuci bila diberikan dalam jumlah yang berlebihan atau menjadi tidak efisien. Hal ini semakin diperkuat pendapat Susanto (2005) bahwa nilai KTK tanah digunakan sebagai petunjuk respon tanah terhadap pemupukan. Tanah yang memiliki KTK tinggi umumnya lebih responsif dan efisien terhadap pemupukan sedangkan tanah dengan KTK rendah kurang responsif dan tidak efisien terhadap pemupukan.

Kapasitas tukar kation (KTK) adalah indikator yang berguna untuk kesuburan tanah karena menunjukkan kemampuan tanah untuk menyediakan tiga hara penting, yaitu kalsium, magnesium dan kalium. KTK tanah bervariasi sesuai dengan jenis tanahnya. Humus sebagai produk akhir dari dekomposisi bahan organik memiliki nilai KTK tertinggi karena koloid bahan organik memiliki muatan negatif dalam jumlah besar. Humus memiliki KTK dua hingga lima kali lebih besar daripada mineral liat montmorillonit dan hingga 30 kali lebih besar dari liat kaolinit sehingga BOT ini sangat penting dalam meningkatkan kesuburan tanah. Liat memiliki kapasitas besar untuk menarik dan menahan kation karena struktur kimianya namun KTK juga bervariasi sesuai dengan jenis mineral liat. Nilai KTK tertinggi adalah mineral liat montmorillonite, biasanya ditemukan di tanah-tanah coklat dan tanah aluvial kehitaman. Nilai KTK yang rendah dapat ditingkatkan dengan menambahkan bahan organik.

Kapasitas tukar kation (KTK) pada pH 7 diukur untuk 347 sampel tanah horison A dan 696 contoh tanah horison B dari Selandia Baru (Parfitt, Giltrap dan [Whitton, 1995](#)). Nilai KTK rata-rata adalah 22,1 cmolc / kg untuk horison A, dan

15,2 cmolc / kg untuk horizon B. Analisis regresi dilakukan untuk KTK terhadap kandungan C-organik, kandungan liat, dan kandungan kelompok mineral liat. Hasil analisis menunjukkan dominasi KTK dari bahan organik tanah. Untuk sampel tanah horizon A, nilai KTK yang dihitung adalah 221 cmolc / kg per unit C dan untuk horizon B adalah 330 cmolc / kg C. Regresi berganda menunjukkan bahwa mineral liat smektit memiliki KTK yang lebih tinggi (70 cmolc / kg) dibandingkan dengan mineral liat lainnya, namun tidak setinggi jenis liat smektit; mineral liat kaolin memiliki KTK terendah. Ada pengaruh interaksi signifikan antara bahan organik dan beberapa mineral liat pada KTK. Sampel dari horizon B mengandung allophane memiliki KTK lebih rendah daripada yang tidak mengandung alofan. Untuk sampel dari horizon A, ternyata KTK lebih tinggi ketika tidak ada alofan (Parfitt, Giltrap dan [Whitton, 1995](#)).

KTK tanah disebabkan oleh bahan organik humik dan mineral liat. Total KTK dalam tanah adalah jumlah KTK dari bahan organik dan KTK dari mineral liat. Pada tanah-tanah yang bertekstur halus dengan nilai KTK menengah-tinggi, sebagian besar KTK mungkin disebabkan oleh mineral liat. Di sisi lain, di tanah-tanah liat-berpasir dengan sedikit liat, atau dalam beberapa tanah yang mengandung mineral liat dengan KTK rendah, ternyata bahan organik berkontribusi besar menentukan total KTK.

Ada dua cara praktis untuk meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan kation kalium, kalsium, magnesium, dan amonium, yaitu menambahkan bahan organik dengan menggunakan metode yang sesuai atau jika tanah terlalu asam, penambahan kapur untuk menaikkan pH ke kisaran yang sesuai dengan tanaman yang ditanam. Salah satu manfaat dari pengapuran tanah asam adalah meningkatkan KTK tanah. Ketika pH meningkat, KTK, bahan organik dan beberapa mineral liat juga ikut mengalami peningkatan hidrogen (H^+) pada humus dinetralisir oleh pengapuran sehingga dijerap menjadi bermuatan negatif dan dapat menahan Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , dll.

Pengaruh kapur pada kapasitas tukar kation efektif (E-KTK) dan kation tukar dari 18 lapisan tanah Selandia Baru diteliti oleh Edmeades (1982). Pengapuran meningkatkan EKTK pada semua tanah dan perubahan EKTK per satuan perubahan pH mengikuti urutan tanah lempung kuning-coklat > tanah

kuning-coklat dari lokasi utara dan selatan > tanah kuning-coklat dari lokasi pusat = tanah kuning-abu-abu = tanah “resen”. Perbedaan-perbedaan ini berkorelasi dengan kandungan BOT ($r^2 = 0,32$), besi ekstrak oksalat ($r^2 = 0,43$) dan aluminium tukar ($r^2 = 0,18$). Hampir semua tapak jerapan yang baru terbentuk ternyata ditempati oleh kalsium. Pengapuran umumnya menurunkan Mg-tukar dan ada juga bukti bahwa K-tukar menurun dengan pengapuran pada beberapa tanah. Pada Kondisi ini Al-tukar dan Mn-tukar menurun dengan adanya pengapuran. Berdasarkan hal tersebut manipulasi muatan dengan pengapuran tidak menghasilkan retensi kation yang lebih besar selain kalsium (Edmeades, 1982).

Kapasitas tukar kation yang disebabkan oleh muatan permanen (KTKp) dan muatan variabel (KTKv) dan pada pH 8.2 (KTKt) ditentukan dalam sampel tanah, sebelum dan sesudah penghapusan bahan organik dengan H_2O_2 untuk mempelajari pengaruh interaksi antara bahan organik dan liat pada berbagai jenis KTK. Lima sampel tanah dengan kandungan bahan organik yang berbeda-beda dan mineralogi liat yang berbeda dipilih dan digunakan, yaitu seri tanah Dubuque, Tubac, Tama, Greenville, dan Houston-Black (Tan dan Dowling, 1984). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa KTKp terendah (2.9 mequiv./100 g tanah) terdeteksi di horison Ap tanah Greenville dengan kandungan bahan organik rendah dan mineral liatnya kaolinitik. KTKp tertinggi (11,3 mequiv./100 g tanah) di horison A diukur di tanah Houston Black dengan kandungan bahan organik rendah tetapi mengandung mineral liat montmorillonitik. Horison A pada seri tanah Dubuque, Tubac dan Tama, dengan mineralogi campuran, memiliki nilai KTKp (4.6–6.5 mequiv./100 g tanah), nilai ini berada di antara seri tanah Greenville dan Black Houston (Tan dan Dowling, 1984). Setelah penghapusan bahan organik, meningkatnya nilai KTKp dari tanah Houston Black menunjukkan bahwa muatan permanen pada liat montmorillonitik telah dihentikan oleh interaksi bahan organik dengan mineral liat. Interaksi antara dua komponen tanah ini menyebabkan penurunan KTKp. Di sisi lain, penghapusan bahan organik dari tanah yang mineraloginya campuran ternyata menghasilkan penurunan KTKp. Interaksi antara bahan organik dan mineral liat menghasilkan kompleks liat — bahan organik dengan efek sinergis pada muatan permanen sehingga

meningkatkan KTKp. Pada horison Ap tanah Greenville, penghapusan bahan organik tidak berpengaruh pada KTKp (Tan dan Dowling, 1984) .

2.2.2. Kejenuhan Basa (KB)

Kejenuhan basa adalah presentase banyaknya kation-kation basa yang terserap dalam 100 gram tanah (Susanto, 2005). Kejenuhan basa juga merupakan perbandingan antara semua kation basa dengan KTK tanah dan biasanya dinyatakan dalam persen (Susila, 2013). Kejenuhan basa seringkali dikaitkan dengan permasalahan kesuburan suatu tanah karena kemampuan dalam melepaskan ion yang diserap untuk tanaman tergantung pada derajat kejenuhan basa yang dikandungnya. Suatu tanah dapat dikategorikan sangat subur jika kejenuhan basa $> 80\%$, sedang jika kejenuhan basa $50 - 80\%$, dan tidak subur jika kejenuhan basa $< 50\%$. Penilaian ini didasarkan pada sifat tanah yang pada kondisi kejenuhan basa 80% akan lebih mudah membebaskan kation basa dapat dipertukarkan dibandingkan dengan kejenuhan basa 50% (Dikti, 1991).

Nilai kejenuhan basa menunjukkan adanya pertukaran ion khususnya kation-kation basa yang diakibatkan kondisi pH netral. Pertukaran unsur hara yang terjadi pada pH netral cukup efektif sehingga ketersediaan hara menjadi optimal (Tan, 1991 dalam Widyantari *et al.* 2015). Hal ini didukung oleh pernyataan Sudaryono, 2009 (dalam Pinatih 2015) bahwa kejenuhan basa secara relatif ditentukan oleh jumlah kation basa dan reaksi tanah (pH). Hubungan KB dengan pH tanah umumnya bersifat positif, yaitu semakin tingginya pH tanah akan diikuti oleh semakin tinggi pula KB tanah dan sebaliknya.

2.2.3. C-Organik Tanah

Tanah merupakan komponen penyimpan karbon terbesar dalam ekosistem daratan dan berperan penting dalam siklus karbon secara global. Penyerapan karbon oleh tanah merupakan salah satu cara yang dapat mengurangi akumulasi karbon di dalam atmosfer sehingga mampu mengurangi resiko perubahan iklim (Widjaja, 2002). Karbon disimpan dalam tanah dalam bentuk yang relatif stabil, baik melalui fiksasi CO_2 atmosfer secara langsung maupun tidak langsung melalui fotosintesis tanaman.

Bahan organik tanah merupakan bahan di dalam atau permukaan tanah yang berasal dari sisa tumbuhan, hewan dan manusia baik yang telah mengalami

dekomposisi lanjut maupun sedang mengalami dekomposisi. Kandungan bahan organik berhubungan erat dengan C-organik karena penetapan bahan organik didasari oleh kandungan C-organik sehingga tinggi-rendahnya kandungan bahan organik akan bergantung pada kandungan C-organik nya. Kesuburan tanah sendiri sangat bergantung pada kandungan C-organik tanah karena C-Organik tanah merupakan sumber N yang utama di dalam tanah dan berperan cukup besar dalam proses perbaikan sifat fisika, kimia dan biologi tanah (Soekamto, 2015).

Hal ini sejalan dengan penjelasan Utami dan Handayani, 2003 (*dalam Afandi et al.*, 2015) bahwa pemberian bahan organik pada tanah tidak hanya akan meningkatkan kandungan C-organik saja namun seiring meningkatnya kandungan C-organik tersebut maka akan mempengaruhi sifat tanah menjadi lebih baik secara fisika, kimia, dan biologi. Hal ini disebabkan karbon merupakan sumber makanan mikroorganisme tanah, sehingga keberadaan C-organik dalam tanah akan memacu kegiatan mikroorganisme yang akan meningkatkan proses dekomposisi tanah dan reaksi-reaksi yang memerlukan bantuan mikroorganisme, seperti pelarutan P dan fiksasi N.

Kandungan C-organik juga dipengaruhi oleh jumlah dan jenis tutupan lahan yang ada. Penelitian Rusdiana dan Lubis (2012) memperlihatkan bahwa jumlah kandungan karbon terbesar terdapat pada pohon gmelina. Hal ini disebabkan pohon gmelina memiliki nilai kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan jenis lainnya pada penelitian tersebut sehingga berbanding lurus dengan kandungan karbonnya. Jumlah gmelina yang semakin banyak akan turut meningkatkan nilai kerapatan dan kandungan karbonnya sehingga dapat dikatakan bahwa kerapatan dan perkembangan vegetasi dapat mempengaruhi kandungan karbon pada vegetasi tersebut. Tingginya kandungan karbon pada gmelina juga dipengaruhi oleh struktur tegakan pohon yang memiliki kandungan karbon lebih besar dibandingkan tanaman tegalan lainnya karena semakin banyak tumbuhan bawah atau seresah yang dihasilkan suatu pohon memungkinkan kandungan karbonnya pun semakin besar.

Karakterisasi bahan organik tanah (BOT) penting untuk menentukan kualitas tanah secara keseluruhan dan sistem tanaman penutup-tanah (*cover crop*) dapat mengubah karakteristik BOT. Ding *et al.* (2006) menguji pengaruh

tanaman penutup-tanah pada komposisi kimia dan struktural BOT. Isolasi zat humat (HS) dilakukan dari tanah-tanah yang ditanami penutup-tanah: (a) vetch (*Vicia Villosa* Roth.) / Rye (*Sesale cereale* L.), (b) rye saja, dan (c) kontrol (tidak ada tanaman penutup-tanah); pemupukan N dengan dosis beragam. Hasil analisis menunjukkan bahwa asam humat (HA) dari tanah yang ditanami rye ternyata lebih aromatik dan kurang alifatik dibandingkan dengan dua sistem *cover crop* lainnya tanpa pupuk N. Rasio O/R, intensitas gugus fungsional yang mengandung oksigen dari rantai alifatik dan aromatik. Nilai rasio tertinggi ditemukan pada HA dari sistem vetch/rye dengan pupuk N. Rasio terendah terjadi pada sistem vetch/rye tanpa pupuk N. Rasio O/R pada asam fulvat (FA) dapat digolongkan sebagai: vetch/rye tanpa pupuk > vetch/rye dengan pupuk > tidak ada cover-crop tanpa pupuk > rye saja (dengan atau tanpa pupuk) (Ding *et al.*, 2006). Kandungan C-organik dan fraksi-ringan (LF) lebih tinggi pada tanah-tanah dengan *cover crop* dan tanpa pupuk N daripada tanah tanpa *cover crop*. Data kimia dan spektroskopi ini menunjukkan bahwa *cover crop* berpengaruh besar pada karakteristik BOT dan fraksi ringan (Ding *et al.*, 2006).

Vegetasi pohon meningkatkan kandungan bahan organik tanah lebih banyak dibandingkan tanaman monokultur melalui penambahan bahan organik di atas ataupun di bawah permukaan tanah (Jose, 2009; Nair, 2009 dalam Salim dan Budiadi, 2014). Dekomposisi seresah yang berasal dari pohon berfungsi untuk mengembalikan unsur hara sehingga dianggap sebagai faktor penting yang berkontribusi dalam menjaga kesuburan tanah (Gnankambary, 2008 dalam Salim dan Budiadi, 2014).

2.2.4. P-tanah

Kandungan P batuan umumnya antara 500 dan 1400 $\mu\text{g P / g}$, tergantung pada tipe batuan induknya. Batuan basal batuan beku biasanya berada di atas kisaran ini, sementara granit dan sebagian besar batuan sedimen berada di bawah. Jenis batuan yang berada di atas kisaran ini adalah batuan fosfat, beberapa batu gamping, dan beberapa lava dasar vulkanik. Total isi P yang khas dalam tanah berkisar dari 150 hingga 700 $\mu\text{g P / g}$ (Wild, 1988). Tanah dari daratan yang sangat tua seperti Australia dan Afrika, umumnya mengandung kandungan P total rendah. Secara umum, tanah mengandung lebih sedikit P dari litosfer secara

keseluruhan. Penurunan konsentrasi P terjadi sebagai cuaca batu, mungkin karena apatit larut dan P hilang, sebelum pembentukan mineral Al dan Fe oksida yang akan menyerap P.

Keberadaan fosfor di alam selalu ditemukan dalam kombinasinya dengan oksigen dalam bentuk fosfat. Bentuk kimiawi ini memungkinkan molekul bereaksi dengan hingga tiga ion positif tunggal seperti hidrogen (H^+), kalium (K^+), atau amonium (NH_4^+) atau dengan ion positif lainnya dengan muatan $2+$ atau bahkan $3+$. Fosfor diserap oleh akar tanaman dalam bentuk ortofosfat, umumnya sebagai $H_2PO_4^-$ atau HPO_4^{2-} . Jumlah ion-ion ini dalam larutan tanah ditentukan oleh pH tanah. Pada pH 7,2, ada jumlah yang hampir sama dari kedua bentuk ini dalam larutan tanah. Kelarutan mineral kalsium fosfat maksimum terjadi pada sekitar pH yang sama, oleh karena itu tanaman yang tersedia P maksimum terjadi pada sekitar pH 7. Perubahan pH di kedua arah ini menyebabkan ketersediaan P menurun. Bentuk-bentuk lain dari fosfat sama-sama lazim pada ujung-ujung ekstrim dari skala pH, namun ini terjadi di luar kisaran pH tanah normal. Sementara porsi P dalam bentuk ini tinggi, tanaman tidak dapat bertahan dari kondisi lain yang dihasilkan dari tingkat pH ekstrim ini.

Pada pH tanah normal (5,0-8,0), konsentrasi H^+ yang tersedia untuk reaksi sangat rendah sehingga bentuk-bentuk fosfat yang disebutkan sebelumnya hanya merupakan komponen kecil dan sementara dari total cadangan P tanah. Hal ini menunjukkan bahwa fosfat bereaksi dengan ion bermuatan positif lainnya untuk membentuk komponen stabil yang dapat mengikat dan melepaskan P. Sebagian besar tanah dapat mengikat P jauh lebih banyak dari yang dapat digunakan tanaman. Ini menjelaskan konsep kecukupan dan alasan P tidak diperlukan selama bertahun-tahun di beberapa daerah. Tanah dapat dianggap sebagai penyimpan raksasa untuk P. Pasokan P berasal dari P yang terikat ke tanah dan hanya mengisi ulang tempat penyimpanan dengan laju yang lambat. Beberapa tempat penyimpanan mulai penuh (tanah P tinggi) dan beberapa mulai hampir kosong (tanah P rendah). Tempat penyimpanan yang penuh memiliki lebih banyak P daripada yang mulai hampir kosong. Pupuk P dapat digunakan untuk mengisi tempat penyimpanan untuk menyediakan P yang cukup untuk pertumbuhan tanaman. Ketika tingkat uji P tanah meningkat dengan aplikasi pupuk P,

dibutuhkan sekitar 15 pon P_2O_5 yang diterapkan per hektar untuk meningkatkan uji tanah P satu poin. Hal ini membuat uji tersebut tidak praktis untuk menaikkan kadar uji P tanah dalam waktu singkat. Sangat penting bahwa pupuk P diterapkan setiap tahun dengan harga yang wajar untuk memenuhi kebutuhan tanaman jika tingkat uji tanah menunjukkan defisiensi.

Pada pH tanah di atas 5,5 sebagian besar fosfat bereaksi dengan kalsium untuk membentuk kalsium fosfat. Di bawah pH 5,5, aluminium (Al^{3+}) berlimpah dan akan bereaksi lebih cepat dengan fosfat. Kalsium fosfat relatif lebih larut dalam air daripada fosfat aluminium. Kurangnya kelarutan air dari fosfat aluminium menunjukkan bahwa senyawa ini tidak tersedia untuk digunakan tanaman. Kondisi tanah asam kuat menjadikan sebagian besar P terikat dan tidak dilepaskan. Ini berarti tempat penyimpanan terkunci dan tidak ada P yang bisa keluar. Pengapuran untuk menaikkan pH akan membuka tempat penyimpanan dan membalikkan reaksi ini dengan memasok karbonat untuk menetralkan keasaman dan kalsium untuk bereaksi dengan fosfor. Kalsium, ketika dipasok dengan harga yang cukup dapat "melumpuhkan" aluminium dan menggantikannya dengan kalsium, menjadikan air fosfat larut kembali.

Ketersediaan fosfor dikendalikan oleh tiga faktor utama, yaitu pH tanah, jumlah bahan organik, dan penempatan pupuk fosfor yang tepat. Tanah-tanah masam harus dikapur untuk menaikkan pH tanah hingga tingkat ideal (pH 6-7). PH tanah yang rendah sangat membatasi ketersediaan P ke tanaman, yang dapat menyebabkan gejala defisiensi. PH tanah kurang dari 5,5 biasanya mengurangi ketersediaan P dalam larutan tanah hingga 30 persen atau lebih. Tanah asam juga mengurangi pertumbuhan akar yang sangat penting untuk penyerapan P. Nilai pH tanah di bawah 5,5 dan antara 7,5 dan 8,5 membatasi ketersediaan fosfat bagi tanaman. Pemeliharaan bahan organik merupakan faktor penting dalam mengendalikan ketersediaan fosfor. Mineralisasi bahan organik memberikan porsi P yang signifikan untuk tanaman. Pupuk P, pupuk atau amendemen organik lainnya dapat diterapkan untuk memperbaiki kekurangan P, namun strategi manajemen yang hati-hati harus diterapkan untuk meningkatkan ketersediaan P ke akar tanaman, yang harus menghubungi P tersedia agar dapat terjadi. Fosfor sering direkomendasikan sebagai pupuk *starter* untuk meningkatkan pertumbuhan

awal. Strategi lain adalah menempatkan P dua inci di bawah benih tanaman baris yang menyediakan sumber P yang siap pakai untuk bibit muda.

Strategi utama manajemen P antara lain tanah asam kapur untuk meningkatkan pH tanah menjadi antara 6,5 dan 7,0, terapkan pupuk P dalam jumlah sedikit lebih sering daripada dalam jumlah besar sekaligus, mengurangi ikatan P dengan menyuntikkan pupuk P atau pupuk cair, serta tempatkan pupuk P dekat baris tanaman atau di alur akar paling aktif. Fosfor tidak mudah keluar dari zona akar. Potensi hilangnya P berkaitan dengan erosi dan limpasan. Tanah dan lokasi yang paling rentan terhadap erosi dan limpasan yang berada dekat dengan sungai, danau dan badan air lainnya harus dikelola dengan baik untuk menghindari kehilangan P.

Ketersediaan P dapat dikelola dengan pengapuran tanah asam, menggunakan langkah yang turut meningkatkan bahan organik dan penempatan pupuk P yang tepat yang mempengaruhi seberapa efisien P digunakan oleh tanaman. Kekurangan P dapat dihindari dengan menerapkan tindakan yang tepat untuk mengurangi erosi dan limpasan. Kandungan P yang cukup mampu mendorong pertumbuhan akar dan batang yang kuat, meningkatkan kematangan dini, meningkatkan efisiensi penggunaan air dan hasil biji-bijian. Dengan demikian, defisiensi P menyebabkan pertumbuhan vegetatif kerdil dan hasil menurun. Fosfor tanah relatif stabil dalam tanah, dan bergerak sangat terbatas dibandingkan dengan nitrogen. Kurangnya mobilitas dan kelarutan yang rendah mengurangi ketersediaan pupuk P karena difiksasi oleh senyawa P dalam tanah. P yang terfiksasi tidak hilang, menjadi lambat tersedia bagi tanaman selama beberapa tahun tergantung pada kondisi tanah dan tipe senyawa P.

Unsur hara P merupakan unsur hara penting disamping unsur hara N. Unsur P biasanya diserap oleh tanaman dari dalam tanah dalam bentuk H_2PO_4^- dan atau HPO_4O_2^- . Kadar P tersedia dalam jumlah tinggi akan menguntungkan bagi tanaman sehingga tanah tersebut cenderung subur (Leiwakabessy dan Koswara, 1985 dalam Supangat *et al.* (2013). Susanto, 2005 (*dalam* Supangat *et al.*, 2013) menambahkan bahwa jumlah P tersedia dalam tanah ditentukan oleh besarnya P dalam kompleks serapan (P_{total}) yang mekanisme ketersediaannya berdasar oleh pH dan jumlah bahan organik tanah.

Seperti unsur N, unsur hara P juga merupakan hara makro penting. Unsur P diserap oleh tanaman dari tanah dalam bentuk H_2PO_4^- dan atau HPO_4^{2-} . Kadar hara P tersedia yang tinggi akan menguntungkan bagi tanaman sehingga tanah-tanah demikian cenderung subur (Leiwakabessy dan Koswara, 1985 dalam Supangat *et al.*, 2013). Jumlah P tersedia dalam tanah ditentukan oleh besarnya P dalam kompleks jerapan (P_{total}) yang mekanisme ketersediaannya diatur oleh pH dan jumlah bahan organik tanah (Susanto, 2005 dalam Supangat *et al.*, 2013).

2.2.5. K-tanah

K-Tanah ada dalam empat bentuk, yaitu K-larutan, K-dapat ditukarkan, K-fiksasi atau tidak dapat ditukar, dan K-struktural atau K-mineral. Jumlah yang dapat dipertukarkan, tidak dapat ditukar, dan K-total pada lapisan permukaan (0-20 cm) dari berbagai jenis tanah sudah banyak diteliti. Nilai K-tukar dan K-tidak dapat ditukar terdiri dari sebagian kecil dari K-total. Sebagian besar K-tanah adalah fraksi mineral (Sparks dan Huang, 1985). Terdapat reaksi ekuilibrium dan kinetik antara empat bentuk K-tanah yang mempengaruhi tingkat K-larut pada waktu tertentu sehingga jumlah K-tersedia bagi tanaman. Bentuk-bentuk K-tanah dalam urutan ketersediaannya bagi tanaman dan mikroba adalah K-larut > K-tukar > K-fiksasi (tidak dapat ditukar) > K-mineral (Sparks dan Huang, 1985; Sparks, 1987; Sparks, 2000).

a) K-larut

K-Larutan tanah adalah bentuk K yang secara langsung dapat diserap oleh akar tumbuhan dan mikroba dan juga merupakan bentuk yang paling rentan terhadap pencucian. Tingkat K-larut ini umumnya rendah, kecuali amandemen K telah diberikan ke tanah. Kuantitas K-larut bervariasi dari 2-5 mg K.L^{-1} untuk tanah pertanian normal di daerah lembab dan biasanya lebih tinggi di tanah-tanah daerah kering (Haby *et al.*, 1990). Tingkat K-larutan dipengaruhi oleh reaksi ekuilibrium dan kinetik yang terjadi di antara bentuk-bentuk K-tanah, kadar air tanah, dan konsentrasi kation bivalen dalam larutan dan pada fase pertukaran (Sparks dan Huang, 1985; Sparks, 2000).

b) K-Tukar .

K-Tukar adalah bagian dari K-tanah yang secara elektrostatis terikat sebagai kompleks ke permukaan mineral liat dan zat humat. Bentuk K-tanah ini mudah ditukar dengan kation lain dan juga tersedia bagi tanaman.

c) K-Nonexchangeable .

K tidak dapat ditukar atau K-fiksasi berbeda dari K-mineral yang tidak terikat dalam struktur kristal partikel mineral tanah. K dijebak antara lapisan tetrahedral yang berdekatan dioctahedral dan trioctahedral mineral micas, vermiculites, dan mineral tanah liat intergrade seperti *vermiculite chloritized* (Rich, 1972; Sparks dan Huang, 1985; Sparks, 1987). Kalium menjadi terfiksasi karena gaya pengikatan antara K dan permukaan liat lebih besar daripada gaya hidrasi antara ion K^+ individu. Hal ini menghasilkan keruntuhan sebagian struktur kristal dan ion K^+ secara fisik terperangkap dalam berbagai derajat sehingga pelepasan K ini merupakan difusi yang lambat (Sparks, 1987). K-tidak dapat ditukar juga dapat ditemukan di zona tepian dari mineral micas dan vermiculites yang sudah lapuk (Rich, 1964). Hanya ion dengan ukuran yang mirip dengan K^+ , seperti NH_4^+ dan H_3O^+ , dapat bertukar K dari zona tepian mineral ini. Kation terhidrasi yang ukurannya besar, seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} , tidak dapat masuk ke zona tepian ini. Pelepasan K-tidak dapat ditukar ke bentuk K-tukar terjadi ketika tingkat K-tukar dan K-larutan mengalami penurunan akibat penyerapan oleh akar tanaman dan / atau pencucian dan mungkin oleh peningkatan aktivitas mikroba (Sparks, 1980; Sparks, 2000).

K-Nonexchangeable cukup tersedia bagi tanaman (Mengel, 1985; Sparks dan Huang, 1985; Sparks, 1987). Mortland *et al.* (1956) menunjukkan bahwa mineral biotit dapat diubah menjadi vermiculite oleh adanya penyerapan K oleh tanaman. Schroeder dan Dummmler (1966) menunjukkan bahwa K-tidak dapat ditukar merupakan sumber penting K bagi tanaman. Kemampuan tanaman untuk mengambil K-tidak dapat ditukar terkait dengan spesies tanaman. Steffens dan Mengel (1979) menemukan bahwa *ryegrass* (*Lolium perenne*) dapat mengambil K-tidak dapat ditukar, sedangkan semanggi merah (*Trifolium pratense*) tidak dapat. Hal ini disebabkan *ryegrass* memiliki akar yang lebih panjang dan memungkinkannya untuk tumbuh pada konsentrasi K yang relatif rendah. Konsentrasi yang sama akan menghasilkan defisiensi K pada semanggi merah.

Perbedaan massa akar, panjang akar, dan morfologi akar antara monokotil dan dikotil menjelaskan mengapa monokotil mampu menyerap K-tidak dapat ditukar secara lebih baik daripada dikotil (Mengel, 1985).

d) K-Mineral

Sebagian besar dari total K dalam tanah adalah dalam bentuk K-mineral, terutama mineral primer yang mengandung K, seperti muskovit, biotit, dan feldspars. Sadusky *et al.* (1987) menemukan bahwa K-mineral mengandung sekitar 98% dari total K. Sebagian besar K-mineral hadir sebagai K-feldspars dalam fraksi pasir.

Sebagian besar tanah mineral mempunyai kadar kalium yang tinggi, berlawanan dengan ketersediaan fosfor (Hakim *et al.*, 1986 dalam Susila 2013). Kandungan K dalam tanah juga berhubungan erat dengan kapasitas tukar kation karena semakin besar KTK tanah maka semakin besar pula kemampuan tanah untuk menahan K. Kondisi demikian menjadikan larutan tanah lambat dalam hal melepas K serta menurunkan potensi pencucian yang mengakibatkan terjadinya penumpukan K. Kalium yang tersedia menumpuk dalam tanah tanah berkelembaban lebih kering tanpa adanya pencucian sehingga di dalam tanah K tergolong tinggi (Foth, 1994).

Adiningsih, 1985 (dalam Soekamto, 2015) menyatakan bahwa tinggi-rendahnya kadar kalium di dalam tanah dapat disebabkan oleh bahan induk, baik dalam kondisi kaya kalium ataupun miskin kalium. Reaksi tanah (pH) yang masam juga akan menyebabkan peningkatan fiksasi kalium sehingga menyebabkan penurunan ketersediaan K dalam tanah. Hakim *et al.* 1986 (dalam Husni *et al.*, 2016) menambahkan bahwa kalium yang tersedia hanya meliputi 1-2% dari seluruh kalium yang terdapat pada kebanyakan tanah mineral sehingga tidak memerlukan pupuk kalium untuk memperoleh hasil panen yang tinggi.

2.3. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu sistem yang mengatur *hardware*, *software*, dan data serta dapat melakukan kegiatan menyimpan, mengolah, maupun menganalisis secara spasial sehingga diperoleh informasi yang berkaitan dengan aspek keruangan (Sandi dan Assyakur, 2012 dalam Setiawan 2016). Prinsip dasar Sistem Informasi Geografis adalah setiap data spasial atau

geografis berkaitan dengan letak (*position*) dan atribut. Data tersebut merupakan data yang berkaitan dengan letak geografis dan dapat digambarkan sebagai titik (*point*), garis (*line*), dan area (*polygon*) sedangkan atribut merupakan komponen yang menjelaskan fenomena yang menyertai titik, garis, dan area tersebut (Aronoff, 1989 dalam Setiawan 2016). Sumber data yang dapat digunakan sebagai data masukan (*input*) dalam sistem ini antara lain survei lapangan, peta, dan penginderaan jauh. Gunawan (2011) menambahkan bahwa sistem informasi geografis adalah suatu sistem yang meng*capture*, menganalisa, dan menampilkan data yang secara spasial (keruangan) mereferensikan atau menggambarkan kondisi bumi. Teknologi sistem informasi geografis melakukan pengintegrasian operasi-operasi umum seperti *query* dan analisa statistik dengan kemampuan visualisasi dan analisa yang dimiliki oleh pemetaan.

Kemampuan sistem informasi geografis yang berbeda dengan sistem informasi lainnya menjadikan SIG bermanfaat untuk berbagai kalangan yang biasanya digunakan untuk menjelaskan kejadian, merencanakan strategi, serta memprediksi apa yang akan terjadi. Hal ini berkaitan dengan kemampuan SIG dalam hal memetakan letak, kuantitas, kerapatan (*densities*), serta memetakan perubahan dan hal-hal yang terdapat di dalam dan luar suatu area. Selain hal-hal tersebut, SIG juga digunakan untuk memonitor atau memantau kondisi yang terjadi dan mengambil keputusan dengan memetakan yang terjadi pada suatu area dan yang berada di luar area (Gunawan, 2011).

Struktur data yang kemudian akan diolah dalam sistem informasi geografis berupa struktur data *raster* dan vektor. Struktur data *raster* merupakan kumpulan dari titik atau ruang (*cells*) yang mencakup atau meliputi suatu permukaan bumi ke dalam suatu kotak yang teratur (*grid*). Atribut obyek pada data *raster* berhubungan langsung dengan posisi obyek yang bersangkutan. Salah satu contoh dari data *raster* adalah data penginderaan jauh seperti potret udara dan citra satelit. Ruang (*cells*) pada data raster menunjukkan luasan dari permukaan lahan. Struktur data vektor menampilkan kenampakan dengan tingkat ketelitian posisi yang jauh lebih tinggi dibandingkan data *raster* (Aronoff, 1989 dalam Setiawan 2016).

Beberapa subsistem dalam Sistem Informasi Geografis (Riyanto *et al.*, 2009 dalam Wibisana 2011) yang mendukung kinerja sistemnya antara lain sebagai berikut:

a) Input

Proses kegiatan *input* antara lain mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan atau atribut dari berbagai sumber data. Data yang akan digunakan biasanya dikonversi terlebih dahulu menjadi format digital yang sesuai. Proses konversi ini dikenal dengan proses *digitizing*.

b) Manipulasi

Proses editing terhadap data yang telah masuk untuk menyesuaikan tipe dan jenis data agar sesuai dengan sistem yang akan dilaksanakan, diantaranya seperti penyamaan skala, pengubahan sistem proyeksi, generalisasi, dan lain sebagainya.

c) Manajemen Data

Meliputi seluruh aktivitas yang berhubungan dengan pengolahan data (menyimpan, mengorganisasi, mengelola dan menganalisis data) ke dalam sistem penyimpanan permanen seperti sistem *file server* atau *database server* sesuai kebutuhan sistem.

d) Query

Metode pencarian informasi untuk menjawab pertanyaan atau permasalahan yang diajukan oleh pengguna SIG

e) Analisis

Analisis yang dikelan dalam sistem informasi geografis diantaranya adalah analisis fungsi spasial dan analisis atribut.

f) Visualisasi (Data Output)

Hasil akhir berupa informasi baru atau *database* yang ada, baik dalam bentuk *softcopy* maupun dalam bentuk *hardcopy* seperti peta, tabel, grafik, dan sebagainya.

Data penginderaan jauh (RS) digunakan untuk memperkirakan parameter biofisik dan indeks-indeksnya, analisis sistem tanam, dan penggunaan lahan, serta estimasi tutupan lahan selama musim yang berbeda-beda (Rao *et al.*, 1996;

dan Panigrahy *et al.*, 2006). Namun data RS sendiri tidak dapat menunjukkan kesesuaian tanaman untuk suatu daerah, kecuali data tersebut terintegrasi dengan data tanah dan iklim spesifik lokasi. Data RS dapat digunakan untuk menggambarkan berbagai unit fisiografi, dan memperoleh informasi tambahan tentang karakteristik situs, yaitu kemiringan lahan, arah lereng dan aspek-aspek wilayah studi. Namun demikian, informasi terperinci tentang sifat-sifat profil tanah sangat penting untuk memulai evaluasi kesesuaian lahan sehingga data survei tanah sangat diperlukan untuk menghasilkan peta tanah di wilayah tertentu, yang menjadi landasan dalam analisis kesesuaian tanaman dan analisis sistem tanam. Data penginderaan jauh digabungkan dengan informasi survei tanah dapat diintegrasikan dalam sistem informasi geografis (GIS) untuk menilai kesesuaian tanaman dengan berbagai kondisi tanah dan biofisik.

Evaluasi kesesuaian lahan secara ilmiah diperlukan untuk mengurangi pengaruh manusia pada sumberdaya lahan dan untuk mengidentifikasi penggunaan lahan yang tepat. Analisis tersebut memungkinkan mengidentifikasi faktor pembatas utama untuk produksi pertanian dan memungkinkan pengambil keputusan untuk mengembangkan manajemen tanaman yang dapat meningkatkan produktivitas lahan. Rahman, Natarajan dan Hegde (2016) mengembangkan pendekatan berbasis GIS untuk penilaian kesesuaian penggunaan lahan yang akan membantu pengelola lahan dan perencana penggunaan lahan untuk mengidentifikasi area dengan kendala fisik untuk berbagai penggunaan lahan. Data survei tanah georeferensi dan observasi lapangan telah diintegrasikan dalam penilaian kesesuaian penggunaan lahan berbasis GIS untuk perencanaan pertanian (Rahman, Natarajan dan Hegde, 2016).

GIS telah digunakan untuk mencocokkan kesesuaian untuk tanaman utama berdasarkan persyaratan tanaman dan karakteristik lahan. Parameter kualitas lahan yang berbeda-beda, yaitu tekstur tanah, kedalaman, erosi, lereng, banjir dan fragmen kasar pada berbagai unit lahan dievaluasi untuk tanaman. Selanjutnya semuanya diintegrasikan menggunakan urutan operasi logis untuk menghasilkan kesesuaian lahan dan peta kemampuan lahan. Peta kecocokan dan kemampuan untuk setiap penggunaan lahan dikembangkan untuk menggambarkan tingkat kesesuaian ini dan menampilkan representasi spasial dari tanah yang cocok untuk

budidaya pertanian (Rahman, Natarajan dan Hegde, 2016). Pilihan pemanfaatan lahan yang lebih baik dapat diterapkan di berbagai unit lahan karena metode evaluasi lahan konvensional mengalami keterbatasan analisis spasial untuk kesesuaian berbagai jenis tanaman.

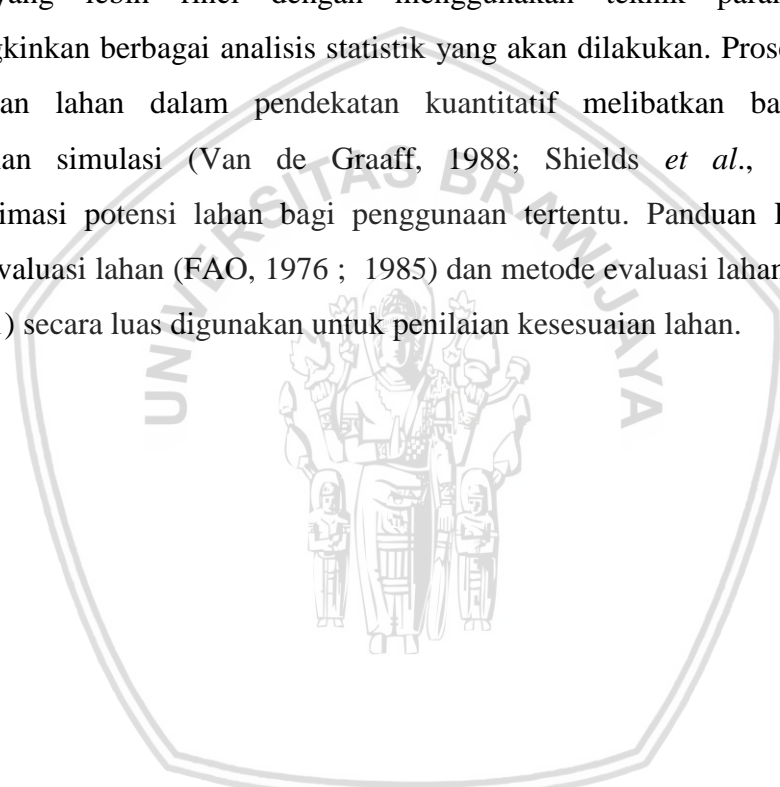
Penelitian telah dilakukan untuk menunjukkan kegunaan teknologi GIS dan penginderaan jauh yang digabungkan dengan data tanah untuk menilai kesesuaian lahan untuk jenis tanaman tertentu di wilayah studi. Potensi pendekatan terintegrasi dalam menggunakan data GIS dan penginderaan jauh untuk evaluasi lahan secara kuantitatif telah dibuktikan oleh beberapa peneliti (Beek *et al.*, 1997; Merolla *et al.*, 1994). El Baroudy (2016) mengembangkan spatial model untuk penilaian kesesuaian lahan bagi tanaman gandum yang terintegrasi dengan teknik-teknik sistem informasi geografis (SIG). Bahan organik, N, P, K, Zn, drainase, tekstur, kedalaman, topografi, kekakuan permukaan, cadas-keras, konduktivitas hidrolik, kapasitas menahan air, salinitas, ESP, CaCO_3 dan pH ditetapkan sebagai faktor yang mempengaruhi kesesuaian lahan untuk tanaman gandum. Tiga indikator tematik digunakan dalam menilai kesesuaian lahan, kesuburan tanah, indeks kualitas kimia dan sifat fisik.

Hasil dari model yang diusulkan menunjukkan bahwa sebagian besar unit-lahan termasuk dalam kelas yang sangat-sesuai dan kelas yang cukup-sesuai, dan secara bersama-sama mewakili 71,44% dari total area. Sekitar 29% dari wilayah studi adalah kurang-sesuai dan tidak-sesuai untuk tanaman gandum dan daerah-daerah tersebut mempunyai karakteristik fisik dan kimia tanah yang merugikan (El Baroudy, 2016). Perbandingan hasil dari tiga pendekatan yang digunakan menunjukkan bahwa model ini memiliki tingkat kesepakatan yang tinggi dengan metode Akar-Kuadrat, sedangkan semua unit lahan memiliki kelas kesesuaian yang sama dengan pengecualian satu unit. Model ini memungkinkan memperoleh hasil yang tampaknya sesuai dengan kondisi saat ini di daerah penelitian.

Evaluasi kesesuaian lahan sering dilakukan untuk menentukan tipe penggunaan lahan yang paling tepat untuk lokasi tertentu (Bodaghabadi *et al.*, 2015). Analisis kesesuaian lahan adalah metode evaluasi lahan, yang memungkinkan mengidentifikasi faktor pembatas utama dari produksi tanaman tertentu (Halder, 2013). Pada saat yang sama memungkinkan pengambil

keputusan mengembangkan sistem manajemen tanaman untuk meningkatkan produktivitas lahan (Chen, 2014). Penilaian kesesuaian lahan merupakan pendekatan perencanaan untuk menghindari konflik lingkungan dengan segregasi penggunaan lahan yang saling bersaing (FAO, 1976; Rossiter, 1990; FAO, 1991; Al-Mashreki *et al.*, 2011; Ashraf dan Normohammadan, 2011).

Evaluasi kesesuaian lahan dapat bersifat kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan untuk menilai potensi lahan dalam skala luas dan hasilnya diberikan secara kualitatif. Pendekatan kuantitatif melibatkan atribut lahan yang lebih rinci dengan menggunakan teknik parametrik yang memungkinkan berbagai analisis statistik yang akan dilakukan. Prosedur evaluasi kesesuaian lahan dalam pendekatan kuantitatif melibatkan banyak sistem pemodelan simulasi (Van de Graaff, 1988; Shields *et al.*, 1996) untuk mengestimasi potensi lahan bagi penggunaan tertentu. Panduan FAO tentang sistem evaluasi lahan (FAO, 1976 ; 1985) dan metode evaluasi lahan fisik (Sys *et al.*, 1991) secara luas digunakan untuk penilaian kesesuaian lahan.



III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Karangploso, Kabupaten Malang. Kegiatan penelitian dilaksanakan mulai Desember 2017 – April 2018. Analisa tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain adalah GPS (*Global Positioning System*) yang digunakan sebagai alat bantu dalam menentukan titik koordinat titik pengamatan dan pengambilan contoh tanah. Pengambilan contoh tanah menggunakan cangkul, sekop, ember plastik, plastik 1 kg, dan label kertas. Klasifikasi tanah dilakukan dengan menggunakan survei set. Analisis KTK, KB, C-Organik, P tersedia, dan K tersedia dilakukan menggunakan alat yang terdapat di Laboratorium Kimia Tanah. Dokumentasi selama kegiatan penelitian dilakukan menggunakan kamera. Pengolahan data spasial dilakukan dengan bantuan *software* ArcGIS 10.1 dan *software* Google Earth Pro.

3.2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Tanah

Tanah digunakan sebagai bahan untuk analisis kimia yang diambil pada setiap horizon dari masing-masing titik pengambilan contoh tanah.

2. Peta Rupa Bumi Digital Indonesia Lembar 1608-111 Batu dan Lembar 1608-112 Malang Skala 25.000

Peta Rupa Indonesia digunakan sebagai bahan pembuatan Peta Administrasi Kecamatan Karangploso.

3. *Digital Elevation Model* (DEM) ALOS PALSAR 12,5 m

DEM ALOS PALSAR digunakan untuk membuat Peta Kelerengan Kecamatan Karangploso.

4. Data Spasial

Data spasial yang digunakan antara lain Satuan Peta Lahan (SPL).

3.3. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan menggunakan metode survei tanah dengan pendekatan *justified sampling* atau penentuan titik pengamatan yang sudah ditetapkan. Penentuan Satuan Peta lahan (SPL) dilakukan berdasarkan tutupan lahan yang ada, yaitu tebu, rami, pohon jati putih, agave, dan padi. Terdapat satu titik pengamatan yang dianggap sebagai titik perwakilan pada masing-masing tutupan lahan. Titik perwakilan yang selanjutnya digunakan sebagai titik pengamatan ditentukan berdasarkan kriteria perbedaan kondisi aktual yang ada seperti lereng, geologi, serta tutupan lahan. Peta sebaran masing-masing parameter diperoleh dengan memasukkan data hasil klasifikasi kriteria kelas kesuburan kedalam *attribute* SPL Kebun Karangploso.

3.4. Tahapan Pelaksanaan

Menurut Rayes (2007), dalam pelaksanaan survei tanah terdapat tiga tahap kegiatan yang perlu dilakukan agar survei tanah dapat berjalan lancar, sistematis, dan efektif. Tahapan yang perlu dilakukan antara lain sebagai berikut:

3.4.1. Tahap Persiapan Penelitian

1. Mengurus Perijinan Penelitian

Sebelum melaksanakan dan pengambilan contoh tanah di suatu daerah atau lokasi penelitian, penyurvei harus mengurus surat perizinan lokasi yang dijadikan wilayah penelitian serta data-data sekunder yang akan digunakan kepada kepala instansi atau daerah terkait yang mencakup wilayah penelitian.

2. Studi Pustaka

Melakukan studi pustaka terkait status kesuburan tanah, parameter dalam menentukan status kesuburan tanah, pemetaan status kesuburan, serta hal lain yang mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.

3. Mengumpulkan Data Sekunder

Data sekunder dikumpulkan untuk menunjang terlaksananya penelitian. Data sekunder yang digunakan antara lain data lereng, geologi, dan tutupan lahan.

4. Menyiapkan Peta Citra Google Earth

Peta Citra Google Earth digunakan untuk mengetahui batas wilayah Kebun Percobaan Karangploso.

5. Menentukan Titik Pengambilan Contoh Tanah

Titik pengambilan contoh tanah ditentukan dengan metode grid bebas dengan skala 1:5.000.

6. Menyusun Jadwal Kegiatan

7. Menyiapkan Peralatan Survei

3.4.2. Tahap Survei Lapangan

Titik koordinat pengambilan contoh tanah di lapangan dilakukan dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) pada masing-masing titik perwakilan setiap SPL. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada setiap horizon yang ditemukan pada masing-masing titik pengamatan. Penentuan titik pengambilan contoh tanah didasarkan pada kriteria perbedaan tutupan lahan. Contoh tanah yang diambil dimasukkan kedalam plastik 1 kg serta diberi label sesuai informasi yang dibutuhkan. Contoh tanah yang telah diambil selanjutnya dianalisis di laboratorium untuk diketahui kandungan KTK, KB, C-organik, P_{total}, dan K_{total}.

3.4.3. Analisis Contoh Tanah

Hasil pengambilan contoh tanah selanjutnya dilakukan analisis kimia tanah di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Parameter dan metode analisis yang digunakan dalam analisis kimia disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Pengamatan dan Metode Analisis

No	Parameter	Satuan	Metode Analisis
1	KTK	me/100 g	NH ₄ OAc pH 7
2	Kejenuhan Basa	%	Perhitungan
3	C-organik	%	Walkey and Black
4	P _{total}	mg/100 g	HCl 25%
5	K _{total}	mg/100g	HCl 25%

Hasil analisa contoh tanah selanjutnya akan diklasifikasikan berdasarkan kriteria parameter yang diamati. Parameter Kapasitas Tukar Kation (KTK), Kejenuhan

Basa (KB), C-organik, P_{total} , dan K_{total} diklasifikasikan berdasarkan kriteria yang ditetapkan Balai Penelitian Tanah (2009). Kriteria masing-masing parameter disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah

No	Parameter	SR	R	S	T	ST
1	KTK	<5	5-16	17-24	25-40	>40
2	KB	<20	20-40	41-60	61-80	>80
3	C-organik	<1	1-2	2-3	3-5	>5
4	P_{total}	<15	15-20	21-40	41-60	>60
5	K_{total}	<10	10-20	21-40	41-60	>60

*Ket: SR/R/S/T/ST = Sangat Rendah/Rendah/Sedang/Tinggi /Sangat Tinggi

Sumber: Balai Penelitian Tanah Bogor (2009)

3.4.4. Penilaian Status Kesuburan Tanah

Penilaian status kesuburan lahan mengacu pada kriteria yang ditetapkan PPT Bogor (1995). Kriteria penilaian status kesuburan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Penilaian Status Kesuburan

No	KTK	KB	P_2O_5 , K_2O_5 , C-organik	Status Kesuburan
1	T	T	2 T Tanpa R	Tinggi
2	T	T	2 T Dengan R	Sedang
3	T	T	2 S Tanpa R	Tinggi
4	T	T	2 S Dengan R	Sedang
5	T	T	TSR	Sedang
6	T	T	2 R Dengan T	Sedang
7	T	S	2 R Dengan S	Rendah
8	T	S	2 T Tanpa R	Tinggi
9	T	S	2 T Dengan R	Sedang
10	T	S	2 S Tanpa R	Sedang
11	T	S	Kombinasi Lain	Rendah
12	T	R	2 T Tanpa R	Sedang
13	T	R	2 T Dengan R	Rendah
14	T	R	Kombinasi Lain	Rendah

(Lanjutan) Tabel 3. Kriteria Penilaian Status Kesuburan

No	KTK	KB	P2O5, K2O5, C-organik	Status Kesuburan
15	S	T	2 T Tanpa R	Sedang
16	S	T	2 T Dengan R	Sedang
17	S	T	Kombinasi Lain	Rendah
18	S	S	2 T Tanpa R	Sedang
19	S	S	2 T Dengan R	Sedang
20	S	S	Kombinasi Lain	Rendah
21	S	R	3 T	Sedang
22	S	R	Kombinasi Lain	Rendah
23	R	T	2 T Tanpa R	Sedang
24	R	T	2 T Dengan R	Rendah
25	R	T	2 S Tanpa R	Sedang
26	R	T	Kombinasi Lain	Rendah
27	R	S	2 T Tanpa R	Sedang
28	R	S	Kombinasi Lain	Rendah
29	R	R	Semua Kombinasi	Rendah
30	SR	TSR	Semua Kombinasi	Sangat Rendah

*Ket: SR/R/S/T/TSR = Sangat Rendah/Rendah/Sedang/Tinggi/Tinggi/Sedang Rendah

Sumber: Pusat Penelitian Tanah Bogor (1995)

3.4.5. Pembuatan Peta dan Penyajian Hasil

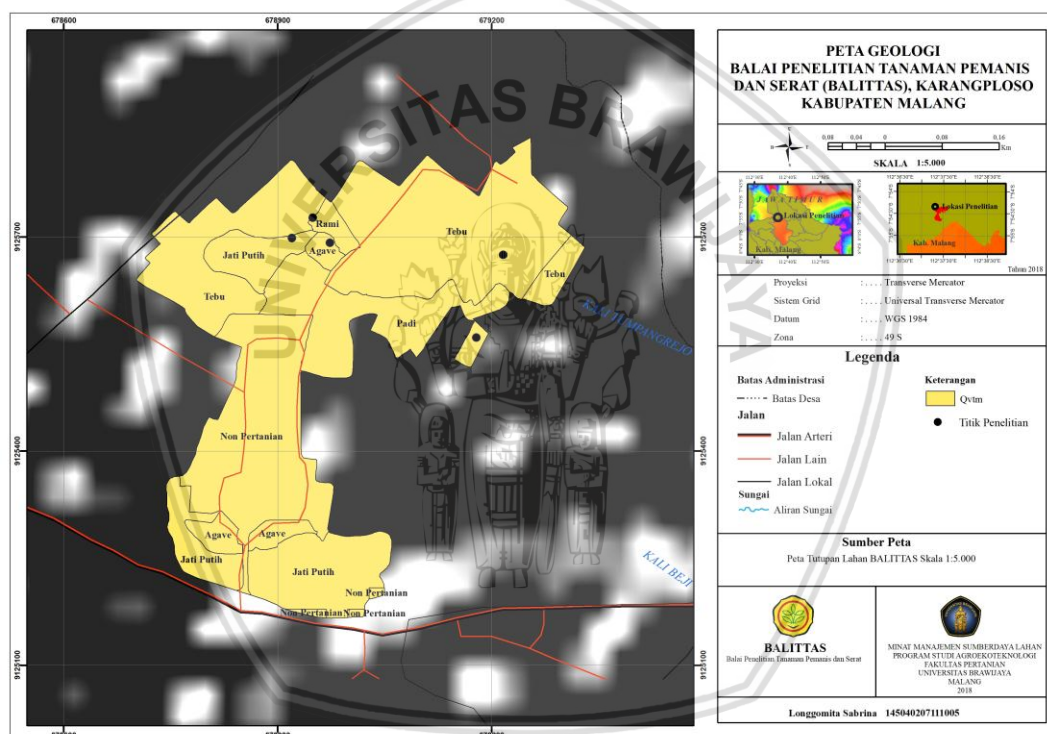
Data hasil analisa status kesuburan tanah di berbagai tutupan lahan di kebun percobaan Karangploso selanjutnya diolah menjadi peta dengan menginput data hasil analisa ke dalam *attribute* peta. Data status kesuburan tanah hasil analisis kimia dimasukkan ke dalam *attribute* peta di setiap titik pengamatan yang mewakili masing-masing SPL. Peta sebaran status kesuburan tanah di berbagai tutupan lahan nantinya akan mewakili seluruh daerah yang diamati.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Umum Wilayah

4.1.1. Geologi

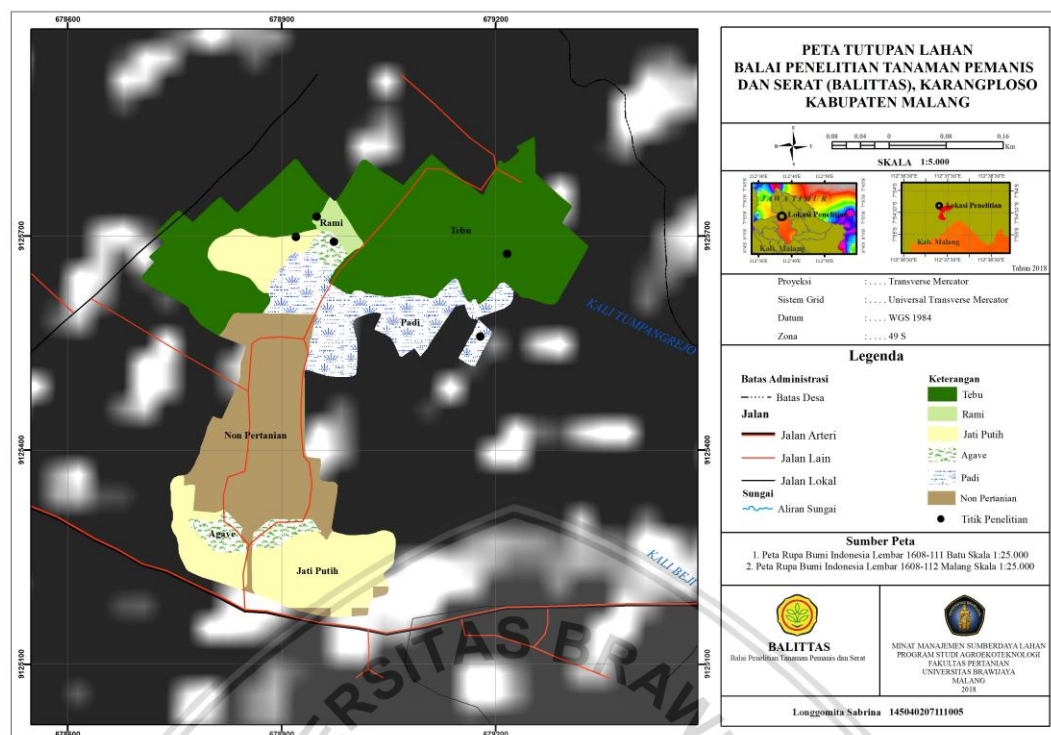
Lokasi penelitian berada di Kebun Percobaan BALITTAS, Karangploso. Wilayah Kecamatan Karangploso tersusun dari satuan geologi yaitu formasi geologi Qvtm. Formasi geologi Qvtm adalah berupa tuf batuapung, tuf pasir, breksi tuf, tuf halus dan lapili. Tuf Malang merupakan endapan epiklastika dari hasil rombakan batuan gunungapi tua, yang menindih Batuan Gunungapi Gendis dan Batuan Gunungapi Buring.



Gambar 1. Peta Geologi BALITTAS, Karangploso

4.1.2. Tutupan Lahan

Tutupan lahan yang terdapat di Kebun Percobaan Karangploso terbagi menjadi enam yaitu tebu, rami, pohon jati putih, agave, padi, serta non pertanian berupa bangunan. Luas lahan dengan tutupan lahan tebu adalah 8 ha, rami seluas 0,24 ha, pohon jati putih seluas 3,31 ha, agave seluas 0,71 ha, padi seluas 2,47 ha serta non pertanian seluas 4,2 ha.

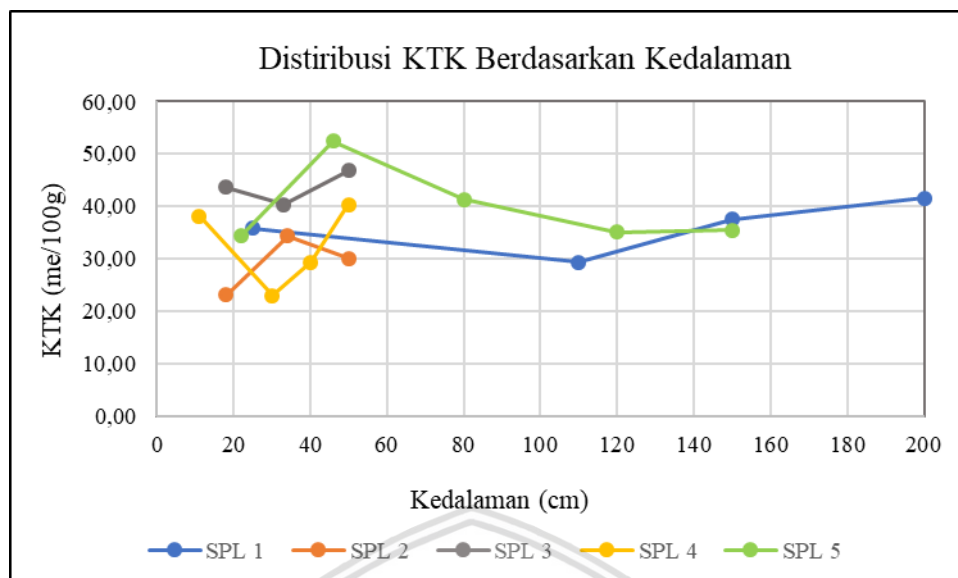


Gambar 2. Peta Tutupan Lahan BALITTAS, Karangploso

4.2. Hasil

4.2.1. KTK Tanah

Berdasarkan hasil analisa laboratorium sampel tanah pada masing-masing titik pengamatan yang selanjutnya dicocokkan menurut kriteria penilaian sifat kimia tanah berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009), diketahui bahwa nilai KTK pada SPL 1 Horizon 1 35,88 me/100g (T), Horizon 2 29,41 me/100g (T), Horizon 3 37,50 me/100g (T), dan Horizon 4 41,52 me/100g (ST). Distribusi KTK tanah berdasarkan kedalamannya pada seluruh SPL dapat dilihat pada Gambar 4. Distribusi KTK tanah pada SPL 1 menunjukkan bahwa nilai KTK cukup fluktuatif pada setiap horizonnya. Nilai KTK yang tergolong kelas tinggi pada lapisan atas mengalami penurunan pada kedalaman 110 cm namun kembali terus meningkat hingga kedalaman 200 cm.



Gambar 3. Distribusi KTK Tanah

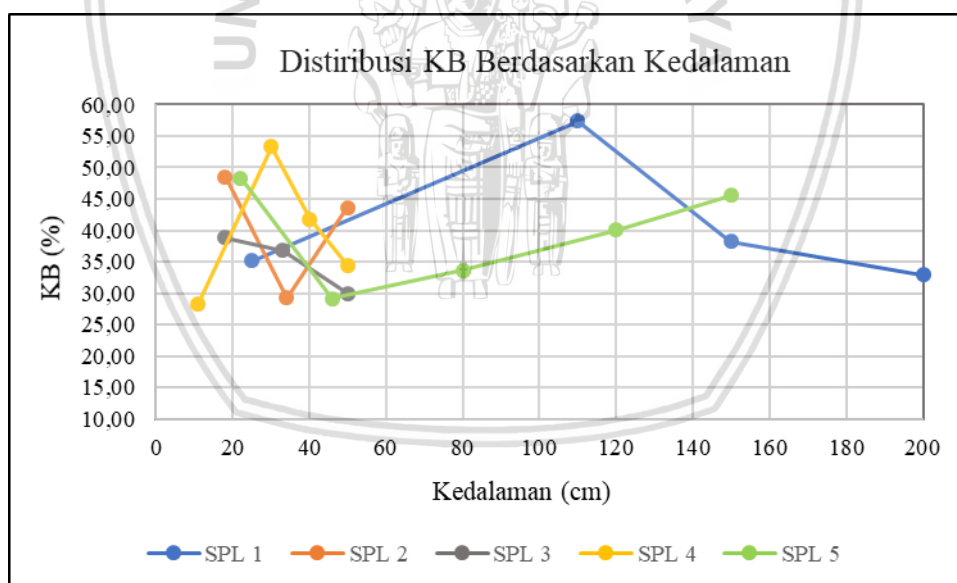
Nilai KTK pada SPL 2 Horizon 1 23,09 me/100g (S), Horizon 2 34,42 me/100g (T), dan Horizon 3 30,06 me/100g (T). Distribusi nilai KTK tanah pada SPL 2 juga dapat dikatakan cukup fluktuatif pada ketiga horizonnya. Nilai KTK yang tergolong kelas sedang pada lapisan atas kemudian mengalami peningkatan pada kedalaman 34 cm namun kembali mengalami penurunan pada kedalaman 50 cm. Nilai KTK pada SPL 3 Horizon 1 43,69 me/100g (ST), Horizon 2 40,33 me/100g (ST), dan Horizon 3 46,80 me/100g (ST). Distribusi nilai KTK tanah pada SPL 3 kembali dapat dikatakan cukup fluktuatif pada ketiga horizonnya. Nilai KTK yang tergolong kelas sangat tinggi pada lapisan atas mengalami sedikit penurunan pada kedalaman 33 cm namun kembali mengalami peningkatan hingga kedalaman 50 cm.

Nilai KTK pada SPL 4 Horizon 1 38,20 me/100g (T), Horizon 2 23,03 me/100g (S), Horizon 3 29,32 me/100g (T), dan Horizon 4 40,41 me/100g (ST). Distribusi nilai KTK tanah pada SPL 4 juga dapat dikatakan cukup fluktuatif pada setiap horizonnya. Nilai KTK yang tergolong kelas tinggi pada lapisan atas mengalami penurunan cukup drastis hingga kedalaman 30 cm namun kembali meningkat hingga kedalaman 50 cm. Nilai KTK pada SPL 5 Horizon 1 34,46 me/100g (T), Horizon 2 52,51 me/100g (ST), Horizon 3 41,31 me/100g (ST), Horizon 4 35,14 me/100g (T), dan Horizon 5 35,41 me/100g (ST). Distribusi nilai KTK tanah pada SPL 5 juga dapat dikatakan cukup fluktuatif pada setiap

horizonnya namun lebih cenderung mengalami penurunan. Nilai KTK yang tergolong kelas tinggi pada lapisan atas mengalami peningkatan cukup tajam pada kedalaman 46 cm namun selanjutnya terus mengalami penurunan hingga kedalaman 150 cm.

4.2.2. KB Tanah

Berdasarkan hasil analisa laboratorium sampel tanah pada masing-masing titik pengamatan yang selanjutnya dicocokkan menurut kriteria penilaian sifat kimia tanah berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009), diketahui bahwa nilai KB pada SPL 1 Horizon 1 35,18% (R), Horizon 2 57,41 % (S), Horizon 3 38,23% (R), dan Horizon 4 32,98% (R). Distribusi KB tanah berdasarkan kedalamannya pada seluruh SPL dapat dilihat pada Gambar 5. Distribusi KB tanah pada SPL 1 menunjukkan bahwa nilai KB cukup fluktuatif pada setiap horizonnya. Nilai KB yang tergolong kelas rendah pada lapisan atas selanjutnya mengalami peningkatan yang cukup tajam pada kedalaman 110 cm namun selanjutnya kembali mengalami penurunan yang cukup tajam pula hingga kedalaman 200 cm.



Gambar 4. Distribusi KB Tanah

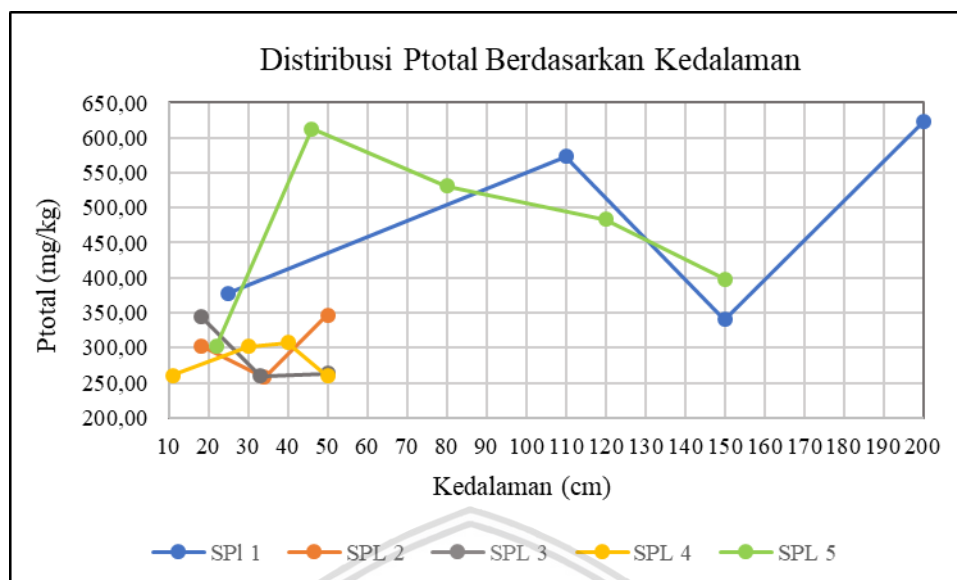
Nilai KB pada SPL 2 Horizon 1 48,53% (S), Horizon 2 29,30% (R), dan Horizon 3 43,65% (S). Distribusi nilai KB tanah pada SPL 2 dapat dikatakan cukup fluktuatif pada ketiga horizonnya. Nilai KB yang tergolong kelas sedang pada lapisan atas selanjutnya mengalami penurunan cukup drastis pada kedalaman 34 cm namun kembali mengalami peningkatan cukup tajam pada kedalaman 50

cm. Nilai KB pada SPL 3 Horizon 1 38,80% (R) , Horizon 2 36,80% (R), dan Horizon 3 29,98% (R). Distribusi nilai KB tanah pada SPL 3 dapat dikatakan cenderung mengalami penurunan pada ketiga horizonnya. Nilai KB yang tergolong kelas rendah pada lapisan atas kemudian terus mengalami sedikit penurunan hingga kedalaman 50 cm.

Nilai KB pada SPL 4 Horizon 1 28,38% (R) , Horizon 2 53,31% (S) , Horizon 3 41,81% (S) , dan Horizon 4 34,42% (R). Distribusi nilai KB tanah pada SPL 2 juga dapat dikatakan cukup fluktuatif pada setiap horizonnya. Nilai KB yang tergolong kelas rendah pada lapisan atas selanjutnya mengalami peningkatan pada kedalaman 30 cm namun mengalami penurunan hingga kedalaman 50 cm. Nilai KB pada SPL 5 Horizon 1 48,34% (S), Horizon 2 29,18% (R), Horizon 3 33,69% (R) , Horizon 4 40,06% (S), dan Horizon 5 45,58% (S). Distribusi nilai KB tanah pada SPL 5 juga dapat dikatakan cukup fluktuatif pada setiap horizonnya. Nilai KB yang tergolong kelas sedang pada lapisan atas kemudian mengalami penurunan cukup tajam pada kedalaman 46 cm namun sedikit demi sedikit mengalami peningkatan hingga kedalaman 150 cm.

4.2.3. P_{total} Tanah

Berdasarkan hasil analisa laboratorium sampel tanah pada masing-masing titik pengamatan yang selanjutnya dicocokkan menurut kriteria penilaian sifat kimia tanah berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009), diketahui bahwa nilai P_{total} pada SPL 1 Horizon 1 378,29 mg/kg (ST), Horizon 2 573,27 mg/kg (ST), Horizon 3 340,78 mg/kg (ST), dan Horizon 4 622,63 mg/kg (ST). Distribusi P_{total} tanah berdasarkan kedalamannya pada seluruh SPL dapat dilihat pada Gambar 6. Distribusi P_{total} tanah pada SPL 1 menunjukkan bahwa nilai P_{total} cukup fluktuatif pada setiap horizonnya meskipun seluruhnya masih tergolong dalam kelas sangat tinggi. Nilai P_{total} mengalami peningkatan cukup tinggi pada kedalaman 110 cm namun mengalami penurunan cukup besar pada kedalaman 150 cm dan kembali meningkat tajam pada kedalaman 200 cm.



Gambar 5. Distiribusi Ptotal Tanah

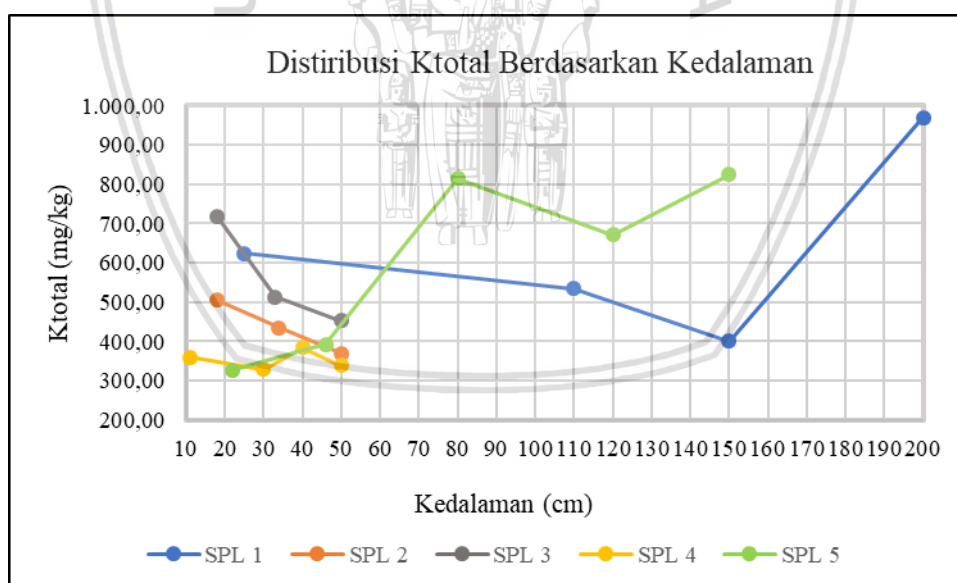
Nilai Ptotal pada SPL 2 Horizon 1 302,96 mg/kg (ST), Horizon 2 258,05 mg/kg (ST), dan Horizon 3 346,76 mg/kg (ST). Distribusi Ptotal tanah pada SPL 4 kembali dapat dikatakan cukup fluktuatif pada setiap horizonnya meskipun seluruhnya masih tergolong dalam kelas sangat tinggi. Nilai Ptotal mengalami penurunan pada kedalaman 34 cm namun kembali meningkat cukup tinggi pada kedalaman 50 cm. Nilai Ptotal pada SPL 3 Horizon 1 344,77 mg/kg (ST), Horizon 2 259,20 mg/kg (ST), dan Horizon 3 263,14 mg/kg (ST). Distribusi Ptotal tanah pada SPL 3 juga dapat dikatakan cukup fluktuatif pada setiap horizonnya meskipun seluruhnya masih tergolong dalam kelas sangat tinggi. Nilai Ptotal mengalami penurunan pada kedalaman 33 cm namun kembali sedikit mengalami peningkatan pada kedalaman 50 cm.

Nilai Ptotal pada SPL 4 Horizon 1 260,36 mg/kg (ST), Horizon 2 302,21 mg/kg (ST), Horizon 3 307,75 mg/kg (ST), dan Horizon 4 259,71 mg/kg (ST). Distribusi Ptotal tanah pada SPL 2 menunjukkan bahwa nilai Ptotal cukup fluktuatif pada setiap horizonnya meskipun seluruhnya masih tergolong dalam kelas sangat tinggi. Nilai Ptotal mengalami peningkatan cukup tinggi dari lapisan atas ke lapisan selanjutnya namun mengalami penurunan pada kedalaman 50 cm. Nilai Ptotal pada SPL 5 Horizon 1 301,43 mg/kg (ST), Horizon 2 612,46 mg/kg (ST), Horizon 3 531,01 mg/kg (ST), Horizon 4 482,99 mg/kg (ST), dan Horizon 5 398,20 mg/kg (ST). Distribusi Ptotal tanah pada SPL 5 juga dapat dikatakan

cukup fluktuatif pada setiap horizonnya meskipun seluruhnya masih tergolong dalam kelas sangat tinggi. Nilai P_{total} mengalami peningkatan sangat tinggi pada kedalaman 46 cm namun terus mengalami penurunan sedikit demi sedikit hingga kedalaman 150 cm.

4.2.4. K_{total} Tanah

Berdasarkan hasil analisa laboratorium sampel tanah pada masing-masing titik pengamatan yang selanjutnya dicocokkan menurut kriteria penilaian sifat kimia tanah berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009), diketahui bahwa nilai K_{total} pada SPL 1 Horizon 1 623,18 mg/kg (ST), Horizon 2 534,20 mg/kg (ST), Horizon 3 400,49 mg/kg (ST), dan Horizon 4 969,56 mg/kg (ST). Distribusi K_{total} tanah berdasarkan kedalamannya pada seluruh SPL dapat dilihat pada Gambar 7. Distribusi K_{total} tanah pada SPL 1 menunjukkan bahwa nilai K_{total} cukup fluktuatif pada setiap horizonnya meskipun seluruhnya masih tergolong dalam kelas sangat tinggi. Nilai K_{total} mengalami sedikit penurunan pada kedalaman 110 cm dan 150 cm namun kembali meningkat tajam pada kedalaman 200 cm.



Gambar 6. Distiribusi K_{total} Tanah

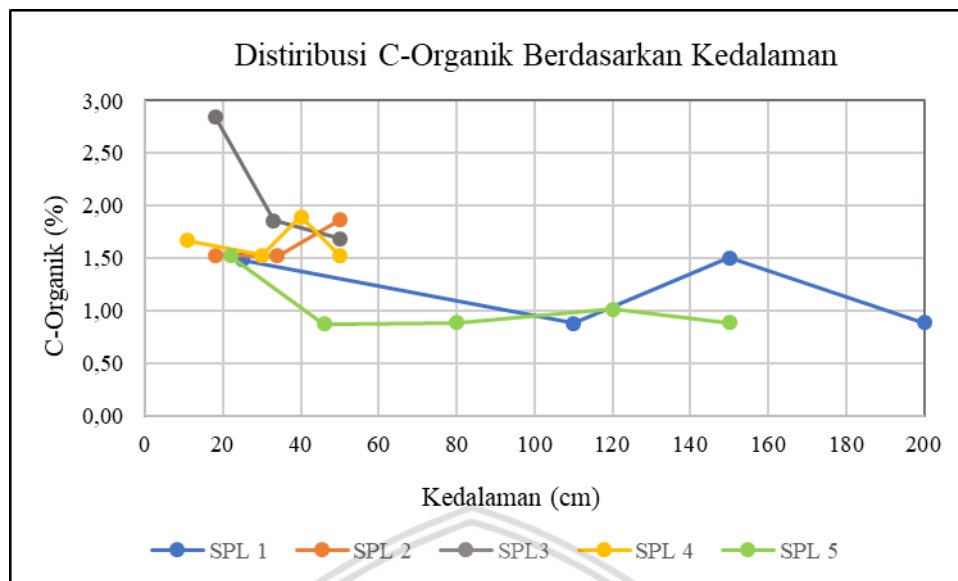
Nilai K_{total} pada SPL 2 Horizon 1 505,13 mg/kg (ST), Horizon 2 434,12 mg/kg (ST), dan Horizon 3 369,13 mg/kg (ST). Distribusi K_{total} tanah pada SPL 4 juga cenderung mengalami penurunan pada setiap horizonnya meskipun seluruhnya masih tergolong dalam kelas sangat tinggi. Nilai K_{total} terus

mengalami penurunan mulai dari lapisan atas hingga kedalaman 50 cm. Nilai Ktotal pada SPL 3 Horizon 1 716,50 mg/kg (ST), Horizon 2 513,76 mg/kg (ST), dan Horizon 3 452,38 mg/kg (ST). Distribusi Ktotal tanah pada SPL 3 cenderung mengalami penurunan pada setiap horizonnya meskipun seluruhnya masih tergolong dalam kelas sangat tinggi. Nilai Ktotal mengalami penurunan tajam pada kedalaman 33 cm dan kembali menurun hingga kedalaman 50 cm.

Nilai Ktotal pada SPL 4 Horizon 1 359,93 mg/kg (ST), Horizon 2 328,23 mg/kg (ST), Horizon 3 384,14 mg/kg (ST), dan Horizon 4 338,67 mg/kg (ST). Distribusi Ktotal tanah pada SPL 2 juga dapat dikatakan cukup fluktuatif pada setiap horizonnya meskipun seluruhnya masih tergolong dalam kelas sangat tinggi. Nilai Ktotal mengalami sedikit penurunan pada kedalaman 30 cm namun kembali meningkat pada kedalaman 40 cm dan sedikit kembali menurun pada kedalaman 50 cm. Nilai Ktotal pada SPL 5 Horizon 1 327,38 mg/kg (ST), Horizon 2 391,93 mg/kg (ST), Horizon 3 815,29 mg/kg (ST), Horizon 4 670,45 mg/kg (ST), dan Horizon 5 824,98 mg/kg (ST). Distribusi Ktotal tanah pada SPL 5 kembali dapat dikatakan fluktuatif pada setiap horizonnya meskipun seluruhnya masih tergolong dalam kelas sangat tinggi. Nilai Ktotal mengalami peningkatan tajam pada kedalaman 60 cm namun kembali menurun pada kedalaman 120 cm dan kembali meningkat pada kedalaman 150 cm.

4.2.5. C-Organik Tanah

Berdasarkan hasil analisa laboratorium sampel tanah pada masing-masing titik pengamatan yang selanjutnya dicocokkan menurut kriteria penilaian sifat kimia tanah berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009), diketahui bahwa nilai C-Organik Tanah pada SPL 1 Horizon 1 1,49 % (R), Horizon 2 0,88 % (SR), Horizon 3 1,51 % (R), dan Horizon 4 0,89 % (SR). Distribusi C-Organik tanah berdasarkan kedalamannya pada seluruh SPL dapat dilihat pada Gambar 8. Distribusi C-Organik tanah pada SPL 1 menunjukkan bahwa nilai C-Organik cukup fluktuatif pada setiap horizonnya. Nilai C-Organik pada lapisan atas yang tergolong rendah mengalami penurunan pada kedalaman 110 cm namun meningkat pada kedalaman 150 cm dan kembali menurun pada kedalaman 200 cm.



Gambar 7. Distribusi C-Organik Tanah

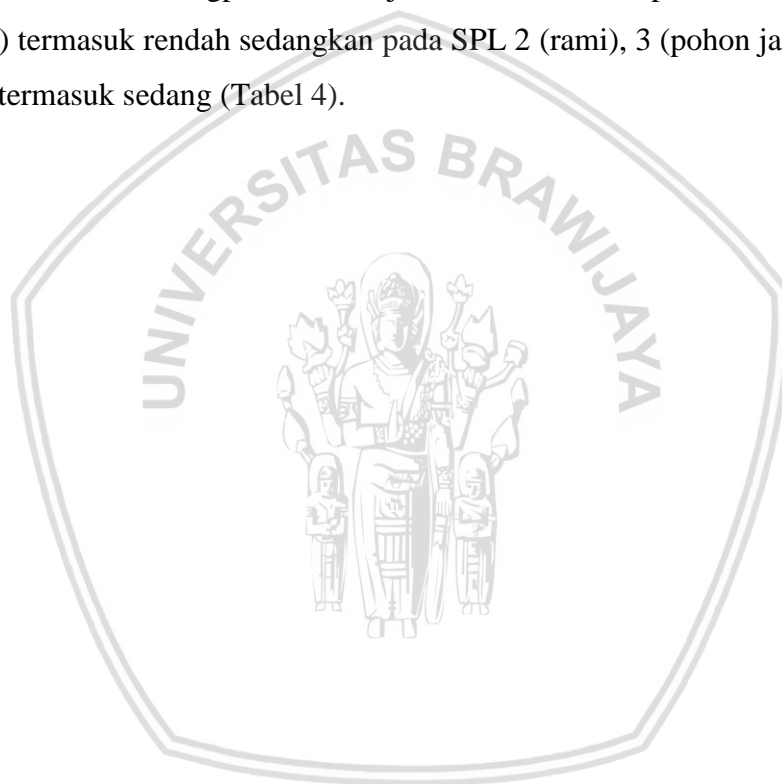
Nilai C-Organik pada SPL 2 Horizon 1 1,53 % (R), Horizon 2 1,52 % (R), dan Horizon 3 1,87 % (R). Distribusi C-Organik tanah pada SPL 4 dapat dikatakan cukup fluktuatif pada setiap horizonnya. Nilai C-Organik hanya mengalami sedikit penurunan pada kedalaman 34 cm dan kembali meningkat pada kedalaman 50 cm. Nilai C-Organik pada SPL 3 Horizon 1 2,85 % (S), Horizon 2 1,86 % (R), dan Horizon 3 1,69 % (R). Distribusi C-Organik tanah pada SPL 3 cenderung mengalami penurunan pada setiap horizonnya. Nilai C-Organik mengalami penurunan pada kedalaman 33 cm dan kembali menurun pada kedalaman 50 cm.

Nilai C-Organik pada SPL 4 Horizon 1 1,67 % (R), Horizon 2 1,53 % (R), Horizon 3 1,89 % (R), dan Horizon 4 1,53 % (R). Distribusi C-Organik tanah pada SPL 2 menunjukkan bahwa nilai C-Organik cukup konstan pada setiap horizonnya. Hal ini terlihat dari nilai kelas C-Organik yang tergolong rendah mulai lapisan atas hingga akhir serta nilai C-Organik yang hanya mengalami sedikit sekali penurunan pada kedalaman 30 cm namun sedikit meningkat pada kedalaman 40 cm dan kembali sedikit menurun pada kedalaman 50 cm. Nilai C-Organik pada SPL 5 Horizon 1 1,52 % (R), Horizon 2 0,87 % (SR), Horizon 3 0,88 % (SR), Horizon 4 1,01 % (R), dan Horizon 5 0,88 % (SR). Distribusi C-Organik tanah pada SPL 5 kembali dapat dikatakan cukup fluktuatif pada setiap horizonnya. Nilai C-Organik mengalami penurunan cukup tinggi pada kedalaman

46 cm dan hanya sedikit meningkat pada kedalaman 120 cm namun kembali menurun pada kedalaman 150 cm.

4.2.6. Status Kesuburan Tanah di Kebun Percobaan Karangploso

Hasil analisa laboratorium KTK, KB, Ptotal, Ktotal, dan C-Organik yang telah dijelaskan sebelumnya kemudian dijadikan acuan dalam penentuan status kesuburan tanah dengan mengacu pada kriteria penilaian status kesuburan tanah berdasarkan PPT (1995). Nilai masing-masing parameter yang diambil adalah nilai pada horizon pertama atau lapisan atas. Sebaran status kesuburan tanah di Kebun Percobaan Karangploso menunjukkan hasil bahwa pada SPL 1 (tebu) dan 4 (agave) termasuk rendah sedangkan pada SPL 2 (rami), 3 (pohon jati putih), dan 5 (padi) termasuk sedang (Tabel 4).



Tabel 1. Hasil Penilaian Sifat Kimia Tanah di Kebun Percobaan Karangploso

No	Sampel		KTK me/100g	KB %	P ₂ O ₅ Total mg/100g	K ₂ O Total mg/100g	C-Organik %	Status Kesuburan
	Tutupan Lahan	Horizon						
1	Tebu	1	35,88 (T)	35,18 (R)	378,29 (ST)	623,18 (ST)	1,49 (R)	Rendah
		2	29,41 (T)	57,41 (S)	573,27 (ST)	534,20 (ST)	0,88 (SR)	Sedang
		3	37,50 (T)	38,23 (R)	340,78 (ST)	400,49 (ST)	1,51 (R)	Rendah
		4	41,52 (ST)	32,98 (R)	622,63 (ST)	969,56 (ST)	0,89 (SR)	Rendah
2	Rami	1	23,09 (S)	48,53 (S)	302,96 (ST)	505,13 (ST)	1,53 (R)	Sedang
		2	34,42 (T)	29,30 (R)	258,05 (ST)	434,12 (ST)	1,52 (R)	Rendah
		3	30,06 (T)	43,65 (S)	346,76 (ST)	369,13 (ST)	1,87 (R)	Sedang
3	Pohon	1	43,69 (ST)	38,80 (R)	344,77 (ST)	716,50 (ST)	2,85 (S)	Sedang
		2	40,33 (ST)	36,80 (R)	259,20 (ST)	513,76 (ST)	1,86 (R)	Rendah
		3	46,80 (ST)	29,98 (R)	263,14 (ST)	452,38 (ST)	1,69 (R)	Rendah

(Lanjutan)Tabel 4. Hasil Penilaian Sifat Kimia Tanah di Kebun Percobaan Karangploso

No	Tutupan Lahan	Sampel Horizon	KTK me/100g	KB %	P ₂ O ₅ Total mg/100g	K ₂ O Total mg/100g	C-Organik %	Status Kesuburan
4	Agave	1	38,20 (T)	28,38 (R)	260,36 (ST)	359,93 (ST)	1,67 (R)	Rendah
		2	23,03 (S)	53,31 (S)	302,21 (ST)	328,23 (ST)	1,53 (R)	Sedang
		3	29,32 (T)	41,81 (S)	307,75 (ST)	384,14 (ST)	1,89 (R)	Sedang
		4	40,41 (ST)	34,42 (R)	259,71 (ST)	338,67 (ST)	1,53 (R)	Rendah
5	Sawah	1	34,46 (T)	48,34 (S)	301,43 (ST)	327,38 (ST)	1,52 (R)	Sedang
		2	52,51 (ST)	29,18 (R)	612,46 (ST)	391,93 (ST)	0,87 (SR)	Rendah
		3	41,31 (ST)	33,69 (R)	531,01 (ST)	815,29 (ST)	0,88 (SR)	Rendah
		4	35,14 (T)	40,06 (S)	482,99 (ST)	670,45 (ST)	1,01 (R)	Sedang
		5	35,41 (T)	45,58 (S)	398,20 (ST)	824,98 (ST)	0,88 (SR)	Sedang

4.3. Pembahasan

4.3.1. Kandungan C-Organik

Berdasarkan data hasil analisa laboratorium C-Organik yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat diketahui bahwa nilai C-Organik lapisan atas pada seluruh SPL berkisar antara kelas rendah hingga sedang. Nilai C-Organik yang tertinggi terdapat pada SPL 3 dengan nilai 2,85% yang termasuk dalam kelas sedang dan nilai yang terendah terdapat pada SPL 1 dengan nilai 1,49% yang termasuk dalam kelas rendah. Nilai C-Organik tertinggi terdapat padautupan lahan pohon jati putih dan nilai terendah terdapat padautupan lahan tebu.

C-organik tanah menunjukkan kadar bahan organik yang terkandung dalam tanah. Konversi perhitungan secara tidak langsung dari C-Organik menjadi BO adalah % C-Organik dikalikan 1,73. Soekamto (2015) menyatakan bahwa bahan organik berasal dari sisa tumbuhan, hewan dan manusia yang telah mengalami pelapukan ataupun sedang mengalami proses pelapukan, baik yang berada di dalam atau permukaan tanah. Penetapan bahan organik didasarkan pada nilai C-Organik sehingga tinggi rendahnya nilai C-Organik akan mempengaruhi kandungan bahan organik.

Perbedaan jenis dan jumlah vegetasi yang tumbuh pada lahan penelitian dapat menyebabkan beragamnya kandungan C-Organik. Munawar, 2013 (*dalam* Rahmi dan Biantary, 2014) menyatakan bahwa sebagian besar sumber bahan organik tanah adalah jaringan tanaman/tumbuhan. Berbagai macam sumber dan jumlah bahan organik yang berbeda akan mempengaruhi bahan organik yang disumbangkan ke dalam tanah. Tingginya nilai C-Organik padautupan lahan pohon jati putih dibandingkan dengan yang terdapat padautupan lahan tebu dapat disebabkan oleh sumber bahan organik yang berbeda. Dwiastuti *et al.* (2016) menyatakan bahwa pada lahan yang ditumbuhi pohon-pohon tinggi yang menaungi tanah dibawahnya memiliki kondisi lembab dibandingkan pada lahan tanaman semusim. Kondisi lembab tersebut mempengaruhi proses dekomposisi pada pembentukan bahan organik dalam tanah. Proses dekomposisi yang terjadi pada lahan pohon jati putih diperkirakan terjadi lebih cepat sehingga memberikan sumbangan bahan organik lebih banyak dibandingkan bahan organik pada lahan tebu. Selain itu, kondisi tanah yang lembab menjadikan cacing tanah banyak

dijumpai pada lahan jati putih. Hal ini didukung oleh pernyataan Hanafiah *et al.*, 2015 (*dalam* Dwiastuti *et al.*, (2016)) bahwa peran cacing tanah dalam siklus bahan organik berperan dalam proses dekomposisi seresah yang ada diatas permukaan tanah. Proses dekomposisi seresah pada tanah lembab akan lebih cepat dibandingkan seresah yang berada pada tanah kering.

Berkaitan dengan tekstur tanahnya, Supriyadi (2008) menyatakan bahwa meningkatnya kandungan liat akan turut meningkatkan kandungan bahan organik karena proses dekomposisinya terlindungi oleh ikatan liat dengan bahan organik yang ada. Tekstur tanah pada SPL 3 termasuk dalam liat berdebu dengan persentase liat lapisan atas 41,76% sedangkan pada SPL 1 termasuk liat dan liat berdebu. Kandungan C-Organik pada SPL 1 lapisan atas tergolong rendah walaupun memiliki tekstur liat dengan kandungan liat sebesar 42,67%. Hal ini dapat disebabkan karena kurangnya masukan kembali sumber bahan organik seperti sisa-sisa tanaman yang sudah tidak terpakai disamping pemberian pupuk organik sehingga banyak kehilangan bahan organik saat pengangkutan hasil panen.

4.3.2. Kandungan KTK

Berdasarkan data hasil analisa laboratorium KTK yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat diketahui bahwa nilai KTK lapisan atas pada seluruh SPL berkisar antara kelas sedang sampai sangat tinggi. Nilai KTK tertinggi terdapat pada SPL 3 dengan nilai 43,69 me/100g yang termasuk dalam kelas sangat tinggi dan nilai yang terendah terdapat pada SPL 2 dengan nilai 23,09 me/100g yang termasuk dalam kelas sedang. Nilai KTK tertinggi terdapat pada tutupan lahan pohon jati putih dan nilai terendah terdapat pada tutupan lahan rami.

Kapasitas tukar kation menunjukkan kemampuan tanah dalam melakukan pertukaran kation. Kemampuan menukar kation ini dipengaruhi beberapa karakteristik lainnya seperti pH tanah, kandungan bahan organik, macam mineral liat dan kandungan liat (Supriyadi, 2007). Hal ini juga didukung pernyataan Babu *et al.*, 2007 (*dalam* Kadarwati, 2016) bahwa jumlah liat dan bahan organik serta mineralogi yang dikandung tanah dapat mempengaruhi kandungan KTK. Selain itu, jumlah liat dan bahan organik yang semakin tinggi pun akan meningkatkan kandungan KTK. Lahan dengan tutupan pohon jati putih memiliki bahan organik

lebih tinggi dibandingkan lahan dengan tutupan rami sehingga dapat dipahami jika kandungan KTK tertinggi terdapat pada lahan pohon jati putih.

Selain bahan organik, kandungan liat tanah juga menentukan tinggi rendahnya kandungan KTK. Hakim *et al.*, 1986 (*dalam* Narka, 2015) menyatakan bahwa tingginya kandungan liat pada tanah akan turut meningkatkan kadar air, bahan organik dan KTK yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh kemampuan fraksi liat dalam mengadsorpsi molekul air ataupun kation-kation melalui luas permukaan spesifiknya yang besar. Kondisi tanah dengan fraksi pasir yang lebih dominan memiliki kemampuan yang rendah dan kurang aktif dalam adsorpsi kation karena luas permukaan jenisnya rendah. Tekstur tanah pada SPL 3 termasuk dalam liat berdebu sedangkan pada SPL 2 termasuk dalam lempung liat berdebu dan lempung berdebu. Kandungan liat lapisan atas pada SPL 2 sebesar 38,99% menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan kandungan liat lapisan atas pada SPL 3 yaitu sebesar 41,76%. Lebih rendahnya kandungan bahan organik serta kandungan liat pada SPL 2 mempengaruhi rendahnya kandungan KTK pada lahan rami.

4.3.3. Kandungan KB

Berdasarkan data hasil analisa laboratorium KB yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat diketahui bahwa nilai KB lapisan atas pada seluruh SPL berkisar antara kelas rendah sampai sedang. Nilai KB tertinggi terdapat pada SPL 2 dengan nilai 48,53% yang termasuk dalam kelas sedang dan nilai yang terendah terdapat pada SPL 4 dengan nilai 28,38% yang termasuk dalam kelas rendah. Meskipun nilai tertinggi terdapat pada SPL 2, namun kandungan KB pada SPL 5 juga tergolong kelas sedang dengan nilai yang tidak berbeda jauh dengan SPL 2, yaitu sebesar 48,34%. Nilai KB tertinggi terdapat pada tutupan lahan rami dan nilai terendah terdapat pada tutupan lahan agave.

Kejenuhan Basa merupakan nilai perbandingan antara jumlah kation basa yang ditukarkan dengan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah yang dinyatakan dalam persen (Husni, Sufardi, dan Khalil, 2016). Bohn *et al.*, 2009 (*dalam* Husni, Sufardi, dan Khalil, 2016) menambahkan bahwa nilai KB tanah biasanya memiliki perbandingan nilai yang lurus dengan nilai KTK tanah karena kejenuhan

basa menggambarkan tingginya jumlah kation pada koloid tanah. Pernyataan ini tidak sesuai dengan hasil yang didapatkan di lapangan. Tingginya nilai KB pada tutupan lahan rami ternyata tidak berbanding lurus dengan nilai KTK nya yang menunjukkan nilai terendah diantara semua tutupan lahan sedangkan tutupan lahan agave dengan nilai KB terendah memiliki kandungan KTK yang termasuk urutan terbesar kedua diantara semua tutupan lahan.

Hasil di lapangan yang berbanding terbalik dengan pernyataan tersebut dapat disebabkan karena adanya pencucian kation basa di dalam tanah. Hal ini didukung pernyataan Hardjowigeno, 1995 (*dalam* Husni, Sufardi, dan Khalil, 2016)) bahwa kation-kation basa mudah tercuci sehingga tingginya nilai kejenuhan basa suatu tanah menunjukkan belum banyak terjadi pencucian. Tan, 1991 (*dalam* Susila, 2013) juga menambahkan bahwa kejenuhan basa suatu tanah sangat dipengaruhi oleh iklim dan pH tanah.

Kejenuhan basa yang tinggi menurut Purwanto, 2008 (*dalam* Suarjana, Supadma, dan Arthagama, 2015) menunjukkan ketersediaan kation basa cukup banyak yang digunakan tanaman untuk memenuhi kebutuhan hara tanahnya. Jumlah maksimum kation yang dapat diserap tanah menunjukkan besarnya nilai kapasitas tukar kation. Kandungan KB berhubungan erat dengan pH tanah. Tanah dengan pH rendah cenderung memiliki kejenuhan basa rendah sedangkan tanah dengan pH tinggi cenderung memiliki kejenuhan basa yang tinggi pula. Nilai pH tanah pada semua SPL berkisar 5,2-6,3 yang termasuk cukup masam menyebabkan kejenuhan basa di seluruh lahan tergolong rendah hingga sedang.

4.3.4. Kandungan Ptotal

Berdasarkan data hasil analisa laboratorium Ptotal yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat diketahui bahwa nilai Ptotal lapisan atas pada seluruh SPL termasuk dalam kelas sangat tinggi. Nilai Ptotal tertinggi terdapat pada SPL 1 dengan nilai 378,29 mg/100g dan nilai yang terendah terdapat pada SPL 4 dengan nilai 260,36 mg/100g meskipun keduanya termasuk dalam kelas sangat tinggi. Nilai Ptotal tertinggi terdapat pada tutupan lahan tebu dan nilai terendah terdapat pada tutupan lahan agave.

Tanaman harus mengandung unsur P secara cukup karena fosfor merupakan unsur esensial kedua setelah N bagi tanaman dan fungsinya tidak

dapat digantikan dengan unsur lainnya. Fosfor berperan penting dalam kegiatan fotosintesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, pembelahan dan pembesaran sel serta proses lainnya (Winarso, 2005 *dalam* Kurniadi, 2010). Susila (2013) menambahkan bahwa kandungan P dalam tanah perlu diperhatikan jika ingin melakukan pemupukan P. Berdasarkan informasi dari Kepala Kebun Percobaan BALITTAS Karangploso, pupuk yang diaplikasikan pada tanaman tebu adalah Phonska 5 Kw dan ZA 6 Kw, tanaman rami, agave dan jati putih diberi Phonska dan Urea masing-masing 1 Kw, serta sawah diberi Phonska 1 Kw dan Urea 4 Kw. Kandungan Ptotal pada semua tutupan lahan di lokasi penelitian yang termasuk dalam kelas sangat tinggi menjadikan masukan pupuk yang diaplikasikan hanya sebagai pengganti unsur P yang hilang terangkut tanaman, bukan untuk meningkatkan kandungannya di dalam tanah.

4.3.5. Kandungan Ktotal

Berdasarkan data hasil analisa laboratorium Ktotal yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat diketahui bahwa nilai Ktotal lapisan atas pada seluruh SPL termasuk dalam kelas sangat tinggi. Nilai Ktotal tertinggi terdapat pada SPL 3 dengan nilai 716,50 mg/100g dan nilai yang terendah terdapat pada SPL 5 dengan nilai 327,38 mg/100g meskipun keduanya termasuk dalam kelas sangat tinggi. Nilai Ktotal tertinggi terdapat pada tutupan lahan pohon jati putih dan nilai terendah terdapat pada tutupan lahan padi.

Suarjana, Supadma, dan Arthagama (2015) menyatakan bahwa tingginya nilai kalium juga dapat dipengaruhi oleh KTK. Nilai KTK pada seluruh SPL tergolong tinggi hingga sedang. Nilai KTK tertinggi terdapat pada lahan pohon jati putih sebagaimana nilai Ktotal tertinggi juga terdapat pada lahan yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai KTK maka kemampuan tanah dalam mengikat kalium juga semakin besar sedangkan semakin kecil nilai KTK maka kemampuan tanah dalam mengikat kalium juga rendah. Kondisi demikian didukung oleh pernyataan Hanafiah (2008, *dalam* Suarjana, Supadma, dan Arthagama, 2015) bahwa besarnya nilai KTK dapat memperlambat larutan tanah dalam melepaskan kalium dan menurunkan potensi pencucian kalium di dalam tanah. Kandungan Ktotal dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain tipe koloid tanah, kondisi basah kering, pH tanah dan tingkat pelapukan.

4.3.6. Evaluasi Status Kesuburan

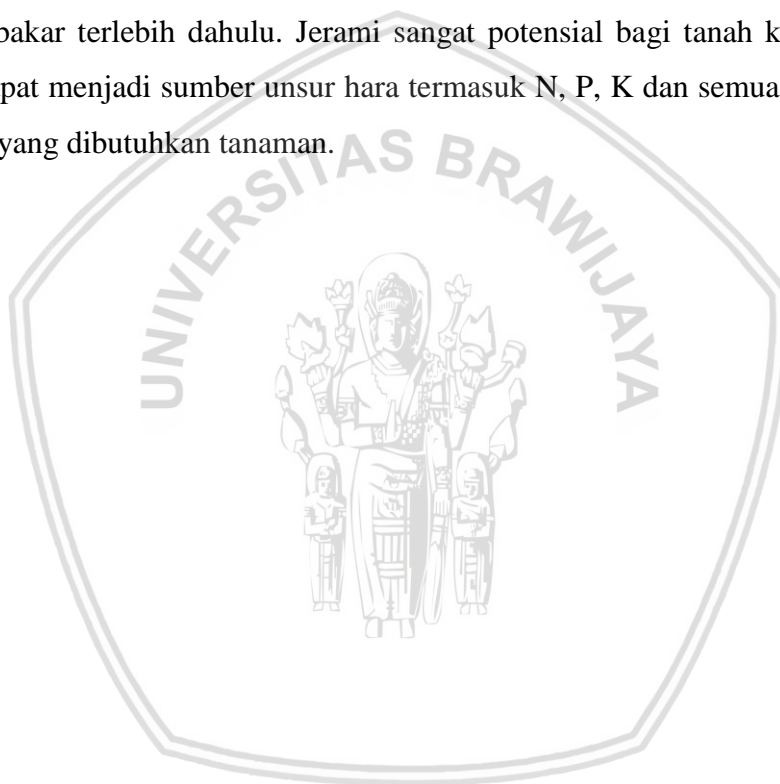
Penilaian kriteria status kesuburan tanah di Kebun Percobaan Karangploso menunjukkan bahwa pada SPL 1 dan 4 termasuk rendah sedangkan pada SPL 2, 3, dan 5 termasuk sedang. Parameter yang menjadi faktor kendala kesuburan pada lokasi penelitian berdasarkan hasil penilaian kriteria sifat kimia tanah adalah C-Organik yang termasuk dalam kelas rendah hingga sedang pada setiap titik pengamatan. Kandungan C-organik tanah sangat berpengaruh terhadap kemampuan tanah dalam mempertahankan kesuburan dan produktivitas tanah melalui aktivitas mikroorganisme tanah. Penambahan bahan organik harus diberikan karena bahan organik tanah sangat berperan penting untuk menciptakan kesuburan tanah. Peran bahan organik bagi tanah merupakan pembentuk granulasi dalam tanah dan sangat penting dalam pembentukan agregat tanah yang stabil (Munandar, 2013 dalam Tolaka 2013).

Kandungan bahan organik dalam tanah perlu dipertahankan agar jumlahnya tidak sampai dibawah 2%. Besarnya kandungan bahan organik optimal yang sebaiknya dipertahankan dalam tanah berkisar antara 3-5% (Dikti, 1991). Berdasarkan pernyataan tersebut maka perlu adanya upaya pemberian masukan tambahan bahan organik untuk meningkatkan kadar C-Organik di lokasi penelitian yang rata-rata masih berada dibawah 2%. Hardjowogeno (2007) menyatakan bahwa tanaman lebih mudah menyerap unsur hara pada pH tanah sekitar netral karena unsur hara mudah larut dalam air pada pH tersebut. Hal ini didukung hasil peneltian Supriyadi (2008) yang menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kandungan bahan organik dalam tanah adalah reaksi tanah. Kondisi tanah yang sama akan mempengaruhi produksi biomassa dan aktivitas mikrobial dalam tanah. Tanah yang terlalu asam atau basa akan mengurangi aktivitas mikrooganisma.

Upaya yang dapat dilakukan dalam rangka meningkatkan kandungan bahan organik terkait dengan nilai pH di lokasi penelitian yang tergolong cukup masam salah satunya adalah pengapuran pada setiap penggunaan lahan terutama dengan menggunakan kapur dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] karena daya netralisir dan kandungan Ca dan Mg nya lebih tinggi dibandingkan jenis kapur lainnya. Hal ini seperti yang dinyatakan Prasetyo, B.H. dan Suriadikarta, P.A (2006) dalam hasil

penelitiannya bahwa pemberian kapur bertujuan untuk meningkatkan nilai pH tanah dari sangat masam atau masam menjadi agak netral atau netral serta turut menurunkan kadar Al. Untuk meningkatkan kadar Ca dan Mg dapat diberikan dolomit. Pemberian dolomit ini selain meningkatkan pH tanah juga dapat meningkatkan kadar Ca dan kejenuhan basa.

Selain upaya peningkatan nilai pH tanah melalui pengapuran, upaya lain yang dapat dilakukan adalah pemberian kompos. Kompos pada lokasi penelitian dapat berasal dari jerami padi. Supriyadi (2008) menyatakan bahwa pengomposan jerami merupakan bahan tambahan yang menguntungkan bagi tanah dibandingkan harus dibakar terlebih dahulu. Jerami sangat potensial bagi tanah karena jerami juga dapat menjadi sumber unsur hara termasuk N, P, K dan semua unsur mikro esensial yang dibutuhkan tanaman.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan kegiatan lapang serta analisis laboratorium, dapat diketahui bahwa parameter yang menjadi kendala status kesuburan pada berbagai tutupan lahan di Kebun Karangploso ialah kandungan C-Organik yang rata-rata termasuk dalam kelas rendah hingga sedang sehingga turut mempengaruhi penilaian status kesuburan pada lahan tersebut. Sebaran status kesuburan tanah di Kebun Percobaan Karangploso menunjukkan hasil bahwa pada SPL 1 dan 4 termasuk rendah sedangkan pada SPL 2, 3, dan 5 termasuk sedang. Upaya pengelolaan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kandungan C-Organik sebagai salah satu parameter yang menjadi kendala adalah dengan melakukan pengapuran pada setiap penggunaan lahan terutama dengan menggunakan kapur dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] serta pemberian kompos yang dapat berasal dari jerami padi.

5.2. Saran

Sebaiknya dilakukan pemantauan lanjutan terkait status kesuburan karena siklus hara dalam tanah dapat berubah dalam waktu dan kondisi tertentu. Upaya pengapuran dengan menggunakan dolomit sebagai upaya meningkatkan kandungan C-Organik perlu diteliti lebih lanjut untuk mengetahui hubungannya status kesuburan yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Adesimi,A.A. 1988. Farm Management Analysis With Perspective Through The Development Processes. Obafemi Awolowo University, Ile Ife. pp. 18-19.
- Adiningsih, J.S. 1985. Kalium Pada Tanah Sawah. Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah. Badan Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian Bogor.
- Afandi, Fahriansyah Nur., Siswanto, Bambang., Nuraini, Yulia. 2015. Pengaruh Pemberian Berbagai Jenis Bahan Organik Terhadap Sifat Kimia Tanah Pada Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Ubi Jalar Di Entisol Ngrangkah Pawon, Kediri. Universitas Brawijaya: Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol 2 No 2 : 237-244.
- Agboola,A. and O.Ayodele. 1987. Soil Test Calibration For Upland Rice In South Western Nigeria. Nutrient Cycling Agrosyst., 14: 227-234.
- Al-Jabri, M. 2007. Perkembangan Uji Tanah Dan Strategi Program Uji Tanah Masa Depan di Indonesia. Bogor: Jurnal Litbang Pertanian, 26(2).
- Al-Mashreki,M.H., J.B.Akhir, A.Abd Rahim, K.Desa, T.Lihan and A.Haider. 2011. Land suitability evaluation for sorghum crop in the Ibb Governorate, Republic of Yemen using remote sensing and GIS techniques. Aust. J. Basic Appl. Sci., 5: 359–368.
- Anderson, J.R., Hardy, E.E., Roach, J.T., and Witmer, R.E. 2001. A Land Use and Land Cover Classification System for Use With Remote Sensor Data. Washington: Geological Survey Professional Paper 967.
- Anna et al, 1985. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Bagian Timur. Ujung Pandang.
- Arifalo,S.F. and T.E.Mafimisebi. 2011. Assessment of the effects of soil fertility management technologies on the yield of selected crops in Oyo State. Nig. J. Agric. Tech., 7(11):1-8.
- Aronoff, Stan. 1989. Geographic System Management Perspective. WDL Publication. Ottawa-Kanada.
- Ashraf,S., Normohammad, B., 2011. Qualitative evaluation of land suitability for wheat in Northeast-Iran using FAO methods. Indian J. Sci. Technol. 4, 703–707.

- Babu, M.V.S., C.M. Reddy, A. Subramanyam, And D. Balaguravaiah. 2007. Effect Of Integrated Use Of Organic And Inorganic Fertilizers On Soil Properties And Yield Of Sugarcane. *Journal of the Indian Society of Soil Science*. 55(2): 161-166.
- Bakri, Ilham., Thaha, Abdul Rahim., Isrun. 2016. Status Beberapa Sifat Kimia Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan di Das Poboya Kecamatan Palu Selatan (Status of Various Soil Chemical Properties On Various Land Use In Poboya Watershed South Palu District). *E-Jurnal Agrotekbis* 4 (1) :16-23. Palu: Universitas Tadulako.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, Dan Pupuk. Petunjuk Teknis Edisi 2. Bogor.
- BBTP Yogyakarta. 2001. Tata Cara Pengambilan Contoh Tanah Untuk Uji Tanah. Yogyakarta: Lembar Informasi Pertanian: Juli.
- Beek, K.J., K. De Bie, and P. Driessen. 1997. Land information and land evaluation for land use planning and sustainable land management. *Land Chatham*, 1: 27–44.
- Bodaghabadi, M.B., Martínez-Casasnovas, J.A., Khakili, P., Masihabadi, M.H., Gandomkar, A., 2015. Assessment of the FAO traditional land evaluation methods, a case study: Iranian Land Classification method. *Soil Use Manag.*
- Booty, W.G., Lam, D.C.L., Wong, I.W.S., Siconolfi, P., 2001. Design and implementation of an environmental decision support system. *Environ. Model. Softw.* 16, 453–458.
- Bohnet, Bernd. 2009. Efficient Parsing Of Syntactic And Semantic Dependency Structures. In *Proceedings of CoNLL-09*.
- Burrough, P.A., dan McDonnell R.A. 1998. Principles of Geographical Information Systems. New York: Oxford University Press.
- Cakmak, I., A. Yilmaz, M. Kalayci, H. Ekiz, B. Torun, B. Erenoglu and H.J. Braun. 1996. Zinc deficiency as a critical problem in wheat production in Central Anatolia. *Plant and Soil*, 180: 165-172.
- Chen, J. 2014. GIS-based multi-criteria analysis for land use suitability assessment in City of Regina. *Environ. Syst. Res.*, 3: 1–10.

- Dikti. 1991. Kesuburan Tanah. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Ding,G., X.Liu, S.Herbert, J.Novak, D.Amarasiriwardena and B.Xing. 2006. Effect of cover crop management on soil organic matter. *Geoderma*, 130(3-4): 229-239.
- Dwiasuti, Sri., Suwarno, Maridi., dan Puspitasari, Dewi. 2016. Bahan Organik Tanah di Lahan Marjinal dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya. *Proceeding Biology Education Conference Vol 13(1) 2016*: 748-751.
- Edmeades,D.C. 1982. Effects of lime on effective cation exchange capacity and exchangeable cations on a range of New Zealand soils. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 25(1): 27-33.
- Effendi, Syarief. 1995. Ilmu Tanah. Edisi ketiga. Jakarta: PT. Mediyana Sarana Perkasa.
- El Baroudy,A.A. 2016. Mapping and evaluating land suitability using a GIS-based model. *Catena* 140: 96–104.
- FAO, 1976. A Framework for Land Evaluation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Soils Bulletin No.32. FAO, Rome.
- FAO. 1991. Guidelines for Land Evaluation for Extensive Grazing. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Soils Bulletin No. 58. FAO, Rome.
- FAO Handbook. 2004. Federal Department of Agricultural Land Resources in collaboration with FAO on Soil Test-based Fertilizer Recommendations for Extension workers,.Pp.6-19.
- Fajri, Ihsanul. 2016. Perbandingan Metode Interpolasi IDW, Kriging, Dan Spline Pada Data Spasial Suhu Permukaan Laut. Skripsi. Bogor: IPB.
- Flynn,R., T.B.Shane and R.D.Baker. 2004. Sampling for Plant Tissue Analysis. Guide A-123, College of Agriculture and Home Economics New Mexico State University.
- Foth H. D., 1994. Dasar - Dasar Ilmu Tanah. Terjemahan Soenartono Adi Soemarto. Edisi keenam. Jakarta: Erlangga.

- Gunawan, Budi. 2011. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Untuk Analisa Potensi Sumberdaya Lahan Pertanian di Kabupaten Kudus. *Jurnal Sains dan Teknologi* Vol. 4, No.2.
- Haby,V.A., Russelle, M.P. and Skogley, E.O. 1990. Testing soils for potassium, calcium, and magnesium. p. 181-228. In R. L. Westerman (ed.) *Soil testing and plant analysis*. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Hadi, Bambang Syaeful. 2013. Metode Interpolasi Spasial Dalam Studi Geografi (Ulasan Singkat dan Contoh Aplikasinya). UNY: Geomedia Vol. 11, No. 2.
- Hakim, Nurhayati., Nyakpa, M. Yusuf., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Saul, M.R., Diha, M.A., Hong, Go Ban.,Bailey, H.H.. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Penerbit Universitas Lampung.
- Hanafiah, K.A., Anas, I., Napoleon, A., Ghoffar, N. 2005. *Biologi Tanah.Ekologi dan MakrobiologiTanah*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Hanafiah. 2008. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Jakarta Raja: Grafindo Persada.
- Hardjowigeno, S. 1995. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademi Pressindo.
- Hardjowigeno, Sarwono. 2003. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Hardjowigeno, Sarwono. 2007. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Penerbit Pusaka Utama.
- Havlin, H.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 2010. *Soil Fertility and Fertilizers- an introduction to nutrient management*. 7th edition, PHI Learning Private Limited, New Delhi.
- Hayati, F.D. 2012. *Pengujian Teknik Interpolasi Sediaan Tegakan Dan Biomassa Berbasis IHMB Pada Hutan Lahan Kering PT Trisetia Intiga, Kabupaten Lamandau, Kalimantan Tengah*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hazelton,P.A. and B.W.Murphy. 2007. [Interpreting Soil Test Results: What Do All The Numbers Mean?](#). CSIRO Publishing: Melbourne.
- Husni, Maulia Rahmat., Sufardi., Khalil, Munawar. 2016. Evaluasi Status Kesuburan Pada Beberapa Jenis Tanah Di Lahan Kering Kabupaten Pidie Provinsi Aceh (The Evaluation Of Soil Fertility Status In Saveral Of Soil Type Drylands Of Pidie Dystrics) Universitas Syiah Kuala: *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah* Vol. 1, No. 1.

- Jordan-Meille,L., G.H.Rubæk, P.A.I.Ehlert, V.Genot, G.Hofman, K.Goulding, J.Recknagel, G.Provolo and P.Barracough. 2012. [An overview of fertilizer-P recommendations in Europe: soil testing, calibration and fertilizer recommendations](#). Soil Use and Management, 28(4): 419–435.
- Jose, S. (2009). Agroforestry For Ecosystem Service And Environmental Benefit: An Overview Agroforestry System 76:1-10.
- Julio,H. and B.Carlos. 1999.. Nutrient Depletion in Agricultural Soils of Africa” International Food Policy Research Institute. Vision 2020 Brief.p.62.
- Kadarwati, Fitriyandiyah Tri. 2016. Evaluasi Kesuburan Tanah Untuk Pertanaman Tebu di Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. Jurnal Litri Vol. 22(2):53 – 62.
- Kamasho,J.A. 1980. Copper and zinc status of some volcanic ash soils in the Mbeya district. MSc. Thesis, University of Dar Es Salaam.
- Kidder, G. 1993. Methodology for calibrating soil tests. Soil Crop Sci.Soc. Fla. Proc., 52: 70-73.
- Leiwakabessy, F. M. dan O. Koswara. 1985. Metode dan Teknik Pengumpulan, Analisis dan Interpretasi Data Kesuburan Tanah. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB.
- McKenzie,N.J., D.J.Jacquier, R.F.Isbell and K.L.Brown. 2004. [Australian Soils and Landscapes: An Illustrated Compendium](#). CSIRO Publishing: Collingwood, Victoria.
- Mengel,K. 1985. Dynamics and availability of major nutrients in soils. Advances in Soil Science, 2: 65-131.
- Merolla,S., G.Armento and G.Calvanese. 1994. A GIS application for assessing agricultural land. ITC J., 3: 264–269.
- Moore,G., P.Dolling, B.Porter and L.Leonard. 1998. Soil Acidity. In [Soilguide. A handbook for understanding and managing agricultural soils](#). (Ed. G Moore) Agriculture Western Australia Bulletin No. 4343.
- Mortland,M.M., K.Lawton and G.Uehara. 1956. Alteration of biotite to vermiculite by plant growth. Soil Science, 82: 477-481.
- Munawar, A. 2013. Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman. Bogor: IPB Press.

- Mwamfupe, D. 1998. De-agrarianisation and rural employment network. Changing village land, labour and livelihoods: Rungwe and Kyela District, Tanzania. Leiden and Dar es Salaam: African-studiecentrum, Leiden and Institute of Resource Assessment, University of Dar es Salaam. Working paper vol. 29.
- Nair, P.K.R., Kumar, B.M. & Nair, V.D. (2009). Agroforestry As A Strategy For Carbon Sequestration. *Journal of Plant Nutrition dan Soil Science* 172 :10-23.
- Narka, I Wayan. 2015. Korelasi Fraksi Tanah Sistem USDA Dengan Beberapa Sifat Tanah Pada Beberapa Sampel Tanah di Bali. Laporan Hasil Penelitian Mandiri. Fakultas Pertanian Universitas Udayana.
- Notohadiprawiro, Tejoyuwono., Soekodarmodjo, Soeprapto., Sukana, Endang. 1984. Pengelolaan Kesuburan Tanah dan Peningkatan Efisiensi Pemupukan. Ceramah Pada Pertemuan Ahli Teknologi, Dinas Pertanian Tanaman Pangan Propinsi Dati I Jawa Tengah.
- Panigrahy,S., K.R.Manjunath and S.S.Ray. 2006. Deriving cropping system performance indices using remote sensing data and GIS. *Int. J. Remote Sens.*, 26: 2595–2606.
- Parfitt,R.L., D.J. Giltrap and [J.S.Whitton. 1995.](#) Contribution of organic matter and clay minerals to the cation exchange capacity of soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26(9-10): 1343-1355.
- Pinatih, I Dewa Ayu Sri Purnami., Kusmiyarti, Tati Budi., Susila, Ketut Dharma. 2015. Evaluasi Status Kesuburan Tanah Pada Lahan Pertanian di Kecamatan Denpasar Selatan.Universitas Udayana. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* Vol. 4, No. 4.
- PPT. 1995. Petunjuk Teknis Evaluasi Kesuburan Tanah. Laporan Teknis Pusat Penelitian Tanah No.14. Versi 1,0.1. REP II Project. Bogor: CSAR.
- Pramono, Gatot H..2008. Akurasi Metode IDW dan Kriging Untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi. *Forum Geografi* Vol. 22, No. 1: 97 – 110
- Prasasti, Indah, Wijayanti, Hari., dan Christanto, Maulana. 2005. Analisis Penerapan Metode Kriging dan Invers Distance pada Interpolasi Data Dugaan Suhu, Air Mampu Curah (AMC) dan Indeks Stabilitas Atmosfir (ISA) dari Data NOAA-TOVS. Makalah PIT Mapin XIV. Surabaya: ITS.

- Prasetyo, B.H., dan Suriadikarta, D.A.. 2006 . Karakteristik, Potensi,dan Teknologi Pengelolaan Tanah Tanah Masam Jenis Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering Di Indonesia. Balai besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Balai Penelitian Tanah.
- Purwanto, E. 2008. Kajian Macam Media Tanam Dan Konsentrasi Iba Terhadap Pertumbuhan Stek Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L). Program Studi Agronomi. Universitas Sebelas Maret.
- Rahman,M.A.E.A., A.Natarajan and R.Hegde. 2016. Assessment of land suitability and capability by integrating remote sensing and GIS for agriculture in Chamarajanagar district, Karnataka, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 19(1): 125-141.
- Rahmi, Abdul dan Biantary, Maya Preva. 2014. Karakteristik Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburan Tanah Lahan Pekarangan dan Lahan Usaha Tani Beberapa Kampung di Kabupaten Kutai Barat. Samarinda. Volume 39 Nomor 1: 30-36.
- Rao, D.V.K.N and A.I.Jose. 2003. Fertility capability classification of some under Rubber in Kerala. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 51: 183-188.
- Rayment, G.E. and F.R.Higginson. 1992. Electrical Conductivity. In 'Australian Laboratory Handbook of Soil and Water Chemical Methods' Inkata Press: Melbourne.
- Rayes, M. Luthfi. 2007. Metode Inventarisasi Sumber Daya Lahan. Yogyakarta: Andi.
- Rengasamy,P. and G.J.Churchman. 1999. Cation Exchange Capacity, Exchangeable Cations and Sodidity. In [Soil Analysis an Interpretation Manual](#). Eds. K.I.Peverill, L.A.Sparrow and D.J.Reuter. CSIRO: Melbourne.
- Reuter,D.J. and J.B.Robinson. 1997. Plant Analysis: An Interpretation Manual (2nd edition). CSIRO Publishing. p. 572.
- Rich, C.I. 1964. Effect of cation size and pH on potassium exchange in Nason soil. *Soil Science*, 98: 100-106.
- Rich,C.I. 1972. Potassium in minerals. *Proceedings of Colloquim of International Potash Institute*, 9: 15-31.

- Riyanto, et al. 2009. Pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Geografis Berbasis Dekstop dan Web. Yogyakarta: Gava Media.
- Rusdiana, Omo., Lubis, Rinal Syahputra. 2012. Pendugaan Korelasi Antara Karakteristik Tanah Terhadap Cadangan Karbon (*Carbon Stock*) Pada Hutan Sekunder. Jurnal Silvikultur Tropika Vol. 03 No. 01: Hal. 14 – 21. Fakultas Kehutanan IPB.
- Rusman, B. 1999. Konservasi Tanah Dan Air. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang. Hal 182.
- Sadusky, M.C., D.L.Sparks, M.R.Noll and G.J.Hendricks. 1987. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy soils. Soil Science Society of America Journal, 51: 1460-1465.
- Salim, Andi Gustiani dan Budiadi. 2014. Produksi dan Kandungan Hara Serasah Pada Hutan Rakyat Nglanggeran, Gunung Kidul, D.I. Yogyakarta. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman Vol. 11 No. 2: 77-88. Bogor: Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi.
- Sanchez, P.A., K.D.Shepherd, M.J.Soule, F.M.Place, A.U.Mokwunye, R.J.Buresh, F.R.Kwesiga, A.N.Izac, C.G.Ndiritu and P.L.Woomer. 1997. Soil fertility replenishment in Africa: An investment in natural resource capital. In: Replenishing soil fertility in Africa, ed. Buresh RJ and Sanchez PA. SSA Special Publication. Madison, Wisconsin, U.S.A.: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy.
- Sanchez, P.A. 2002. Soil Fertility and Hunger in Africa. *Science*, 295: 2019-2010.
- Sandi, Adyana I wayan., Assyakur, Abd Rahman. 2012. Aplikasi Sitem Informasi Geografis (SIG) Berbasis Data Raster Untuk Pengkelasan Kemampuan Lahan di Provinsi Bali Dengan Metode Nilai Piksel Pembeda. Jurnal Manusia Dan Lingkungan 19(1): 21-29.
- Schroder, D. and H.Dummler. 1966. Kalium-Nachlieferung, Kalium-Gestlegung und Tonmineralbestand schleswig-holsteinischer Boden. Z. Pflanzenernähr. Dueng. Bodenkd., 113: 213-215.
- Setiawan, Aries Dwi. 2016. Pemetaan Status Hara N, P, K, Dan C-Organik Dengan Menggunakan Teknik Interpolasi IDW (Inverse Distance Weighted)

- Dalam Sistem Informasi Geografis: Studi Kasus di Perkebunan Kopi Robusta Malangsari, Kalibaru, Banyuwangi. Skripsi. Universitas Jember.
- Shields, P.G., Smith, C.D., McDonald, W.S., 1996. Agricultural Land Evaluation in Australia-A Review. Canberra, ACLEP (Australian Collaborative Land Evaluation Program).
- Soekamto, Mira Herawati. 2015. Kajian Status Kesuburan Tanah di Lahan Kakao Kampung Klain Distrik Mayamuk Kabupaten Sorong. Jurnal Agroforestri X Nomor 3 September 2015.
- Sparks, D.L. 1980. Chemistry of soil potassium in Atlantic Coastal Plain soils: A review. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 11: 435-449.
- Sparks, D.L. and P.M. Huang. 1985. Physical chemistry of soil potassium. p. 201-276. In R.D. Munson (ed.) Potassium in agriculture. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Sparks, D.L. 1987. Potassium dynamics in soils. Advances in Soil Science, 6: 1-63.
- Sparks, D.L. 2000. Bioavailability of soil potassium, D-38-D-52. In M. E. Sumner (ed.) Handbook of Soil Science, CRC Press, Boca Raton, FL
- Steffens, D. and K. Mengel. 1979. Das Aneignungsvermögen von *Lolium perenne* im Vergleich zu *Trifolium pratense* für Zwischenschicht-Kalium der Tonminerale. Landw. Forsch. SH 36: 120-127.
- Suarjana, Wayan., Supadma, A.A. Nyoman., Arthagama, I Dewa Made. 2015. Kajian Status Kesuburan Tanah Sawah Untuk Menentukan Anjuran Pemupukan Berimbang Spesifik Lokasi Tanaman Padi di Kecamatan Manggis. Fakultas Pertanian Universitas Udayana. E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika Vol. 4 No. 4.
- Sudaryono. 2009. Tingkat Kesuburan tanah Ultisol pada Lahan Pertambangan Batu Bara Sangatta Kaltim. Jurnal Teknik Lingkungan. 10(3,): 337-346.
- Sukisno, K. S. Hindarto, Hasanudin, dan A. H. Wicaksono. 2011. Pemetaan Potensi dan Status Kerusakan Tanah untuk Mendukung Produktivitas Biomassa di Kabupaten Lebong. Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UNIB.

- Supangat, Agung B., Supriyo, Haryono., Sudira, Putu., Poedjirahajoe, Dan Erny. 2013. Status Kesuburan Tanah Di Bawah Tegakan *Eucalyptus pellita* F.Mueii: Studi Kasus di HPHTI PT. Arara Abadi, Riau (Soil Fertility Under *Eucalyptus pellita* F.Mu Ell Standsz Case Study In PT. Arara Ahadi, Riau). Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Jurnal Manusia dan Lingkungan Vol. 20, No.I Maret: 22-34.
- Supriyadi, Slamet. 2007. Kesuburan Tanah di Lahan Kering Madura. Fakultas Pertanian Unijoyo Embryo Vol. 4 No. 2: 124-131.
- Supriyadi, Slamet. 2008. Kandungan Bahan Organik Sebagai Dasar Pengelolaan Tanah di Lahan Kering Madura. Fakultas Pertanian Unijoyo. Embryo Vol. 5 No. 2: 176-183.
- Susanto, Andriko Noto. 2005. Pemetaan Dan Pengelolaan Status Kesuburan Tanah di Dataran Wai Apu, Pulau Buru. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Maluku. Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Vol. 8, No.3: 315-332.
- Susila, Ketut Dharma. 2013. Studi Keharaan Tanaman Dan Evaluasi Kesuburan Tanah di Lahan Pertanaman Jeruk Desa Cenggiling, Kecamatan Kuta Selatan. Universitas Udayana Agrotrop, 3(2): 13-20.
- Sutedjo,M,M., Kartasapoetra, A, G., Sastroatmodjo,S. 1996. Mikrobiologi Tanah. Jakarta: PT. Rhineka Cipta.
- Sys,C., E.Van Ranst and J.Debaveye. 1991. Land Evaluation, Part I. Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations. General administration for development cooperation, Brussels, pp. 40–80.
- Tan, K. H. 1991. Dasar- Dasar Kimia Tanah. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. Terjemahan: D. H. Goenadi. Hal 259.
- Tan,K.H. and P.S.Dowling. 1984. Effect of organic matter on CEC due to permanent and variable charges in selected temperate region soils. Geoderma, 32(2): 89-101.
- Utami, S.N. dan Handayani, S. 2003. Sifat kimia Entisol pada sistem pertanian organik. Ilmu Pertanian 10 (2), 63-69.
- Watson, D.F. & Philip G.M. 1985. A Refinement of Inverse Distance Weighted Interpolation. Geo-Processing 2: 315-327.

- Westerman, R.L. 1990. Soil Testing and Plant Analysis. Third Edition. Soil Sci. Soc. Am.Inc. Madison, Wisconsin, USA. 784 pp.
- Wibisana, Gunawan. 2011. Penyediaan Sistem Informasi Geografis Jaringan Jalan di Kabupaten Batang Berbasis Web. Tugas Akhir. Universitas Negeri Semarang.
- Widyantari, Dyah Ayu Gede., Susila, Ketut Dharma., Kusmawati, Tatiek. 2015. Evaluasi Status Kesuburan Tanah Untuk Lahan Pertanian Di Kecamatan Denpasar Timur. Universitas Udayana: E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika Vol. 4, No. 4.
- Wild,A. (ed.) 1988. Russell's Soil Conditions and Plant Growth. Longman Scientific and Technical, Harlow.
- Yamani, Ahmad. 2010. Kajian Tingkat Kesuburan Tanah Pada Hutan Lindung Gunung Sebatung di Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan. Jurnal Hutan Tropis Volume 11 No. 29. Lampung: Universitas Lambung Mangkurat.
- Yasin, Syafrimen., Darfis, Iwan., Candra, Ade. 2006. Pengaruh Tanaman Penutup Tanah Dan Berbagai Umur Tanaman Sawit Terhadap Kesuburan Tanah Ultisol di Kabupaten Dharmasraya.Universitas Andalas: Jurnal Solum Vol. III No. 1 Januari:34-39.

